

Aus der I. Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses
Berlin Neukölln

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. med. Klaus Holldack

Die Bestimmung der Mitralöffnungszeit im Ösophagoatriogramm

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1964

vorgelegt von

Hansgeorg Schmidt

aus Hamburg

**Aus der I. Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses
Berlin Neukölln**

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. med. Klaus Holldack

Die Bestimmung der Mitralöffnungszeit im Ösophagoatriogramm

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Hansgeorg Schmidt

aus Hamburg

Dekan : Professor Dr.med. Hugo Gasteiger

Referent: Professor Dr.med. Klaus H o l l d a c k

Korreferent: Professor Dr.med. Herbert Herxheimer



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am : 14. September 1964

Inhaltsübersicht

	<u>Seite</u>
A. Einleitung und Problemstellung	1
B. Geschichtliches	3
C. Allgemeine Methodik	5
I. Krankengut	5
II. Mechanocardiographisches Verfahren	5
1. Apparatur	5
2. spezielle Methodik zur Gewinnung von Vorhospulskurven	6
3. Untersuchungsgang	9
D. Beschreibung der erhaltenen Ösophagosphyg- mogramme	11
1. Kurven von herzgesunden Patienten	11
2. Kurven von Patienten mit einem Hypertonus	11
3. Kurven von Patienten mit einer ab- soluten Arrhythmie bei Vorhofflimmern ohne nachweisbaren Mitralklappenfehler	13
4. Kurven von Patienten mit einem Mitralklappenfehler	14
E. Gesamtauswertung	17
1. Auswertung der einzelnen Kurven	17
2. Berechnung der Mittelwerte	18
F. Ergebnisse und Kritik	20
I. Beurteilung der Methodik	20
II. Zu den Zahlenwerten	24
1. Bei herzgesunden Patienten	24
2. Bei Patienten mit einem Hypertonus	25
3. Bei Patienten mit einer cardialen Insuffizienz	26
4. Bei Patienten mit einem Mitralvitium	27
5. Abhängigkeit vom peripheren Blutdruck	29
III. Einzelbeobachtungen	30
G. Zusammenfassung	32



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. Einleitung und Problemstellung

Die Mechanocardiographie, d.h. die Aufzeichnung mechanischer Schwingungen an Herz und Gefäßen, bedeutet eine wertvolle Hilfe in der Diagnostik von Erkrankungen am Herz-Kreislaufapparat. Die Formanalyse der auf unblutigen Wege erhaltenen mechanocardiographischen Kurven läßt auf bestimmte Erkrankungen des Herzklappenapparates schließen und gibt einen Anhalt für die Abschätzung der Druckverhältnisse in den einzelnen Herzabschnitten.

Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Bestimmung der sogenannten Mitralöffnungszeit (MÖZ) zu, d.i. die Zeit vom Beginn des zweiten Herztones bis zur Öffnung der Mitralklappen. Sie ist abhängig von dem Druckverhältnis zwischen dem linken Vorhof und der linken Kammer. Ein hoher Druck im linken Vorhof und ein niedriger Druck in den peripheren Gefäßen haben eine kurze Mitralöffnungszeit zur Folge, während die Mitralöffnungszeit bei umgekehrten Verhältnissen, also hohem peripheren Druck und niedrigem Vorhofdruck, verlängert ist (3,4,36,50,51,61). Der Nachweis, daß bei Mitralstenosen der Mitralöffnungston zeitlich mit dem O-Punkt des linksseitigen Ventrikelsphygmogramms zusammenfällt (4), berechtigt dazu, den O-Punkt zur Bestimmung der Mitralöffnungszeit heranzuziehen. Die Feststellung der Mitralöffnungszeit stellt daher unter Berücksichtigung des peripheren Blutdrucks ein wichtiges Kriterium für die Diagnostik der Mitralklappenfehler, insbesondere für die Frage der Operabilität dar.

Analoge Überlegungen gelten für die Verhältnisse am rechten Herzen. Zur Bestimmung der Tricuspidalöffnungszeit (TÖZ) stehen uns zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- a) die Bestimmung der Zeit vom Schluß der Pulmonalklappe, d.i. vom pulmonalen Anteil des zweiten Herztones bis zum O-Punkt des rechtsseitigen Ventrikelsphygmogramms,

- b) die Bestimmung der Zeit vom Schluß der Pulmonalklappe bis zur d-Welle im Venensphygmogramm.

Bei Öffnung der Tricuspidalklappen sinkt der Druck im rechten Vorhof plötzlich ab, was dem Beginn des abfallenden Schenkels der d-Welle im Venensphygmogramm entspricht. Gleichzeitig steigt der Druck in der rechten Kammer an, was dem aufsteigenden Schenkel von O im Ventrikelsphygmogramm entspricht (17-19, 62).

Die Berechtigung, sowohl den äußersten Punkt der d-Welle im Venensphygmogramm als auch den O-Punkt im rechtsseitigen Ventrikelsphygmogramm als Zeitmaß für die Tricuspidalöffnung heranzuziehen, wurde nachgewiesen (15,16,18,62).

Während für die Zeitbestimmung der Öffnung der Atrio-Ventricularklappen am rechten Herzen zwei Methoden angewendet werden können, steht uns am linken Herzen lediglich das Ventrikelsphygmogramm als Kriterium der MÖZ zur Verfügung.

Für die Bestimmung der MÖZ bietet sich jedoch durch Verwendung des Ösophagoatriogrammes ebenfalls eine zweite Bestimmungsmethode an. Die nachgewiesene Übereinstimmung der Kurvenform des Venenpulses als Ausdruck der Tätigkeit des rechten Vorhofs auf der einen Seite und der in der Speiseröhre vom linken Vorhof gewonnenen Kurven auf der anderen Seite (6,7,8,14,18,19,45,59) berechtigt zu dem Schluß, daß die d-Welle im Ösophagus puls analog zur d-Welle im Venenpuls zur Bestimmung der MÖZ herangezogen werden kann. In diesem Falle müßten sich der beginnende Abfall der d-Welle im Ösophagoatriogramm und der O-Punkt im linksseitigen Ventrikelsphygmogramm einander zeitlich entsprechen.

Zum Nachweis dieser Hypothese wurde die MÖZ serienmäßig bei herzgesunden und herzkranken Patienten nach dem Ösophagoatriogramm bestimmt und mit den durch den O-Punkt gegebenen Zeiten verglichen.

B. Geschichtliches

Die Methodik der Puls kurvenschreibung vom linken Vorhof durch Einführen einer Ballonsonde in die Speiseröhre ist nicht neu. LUCIANI im Jahre 1887 (34), ROSENTHAL 1880 (47) KRONECKER und MELTZER 1883 (28), sowie MARTIUS 1888 (35) erkannten als erste die in der Speiseröhre durch Herzbewegungen hervorgerufenen Pulsationen. Erste spezielle Untersuchungen am Hund wurden von FREDERIQ 1886 durchgeführt (9,10), sein Schüler SAREOLA bewies die Identität der tierexperimentell gewonnenen Kurven mit denen, die beim Menschen erhalten wurden (48,49). Erst nach Einführung der Methodik in die Klinik durch RAUTENBERG (40-46) und MINKOWSKI (37,38) im Jahre 1906 wurde die Ösophaguspulsschreibung auch zu diagnostischen Zwecken herangezogen. Zunächst war sie vor Einführung des EKG's ein wertvolles Mittel zur Erkennung von Reizleitungsstörungen und Vorhoflähmungen (2, 6-7, 20-21, 22-24, 37-38, 40-46), später gewann sie zunehmende Bedeutung für die Diagnostik von Mitralklappenfehlern.

In der Interpretation normaler Ösophagoatriogramme (JANOWSKI) besteht bei den verschiedenen Untersuchern in den wesentlichen Punkten Übereinstimmung. Die Ansichten allerdings über die Auslegung pathologischer Ösophaguspuls kurven und über die Bedeutung der Methodik zur Abgrenzung einer überwiegenden Stenose - oder Insuffizienzkomponente bei Mitralklappenfehlern sind außerordentlich unterschiedlich (1,11,13,25,26-27, 31-32,33,39,52-53,54-56,57-58,60,63). Im Rahmen dieser Arbeit soll deshalb darauf nicht im einzelnen eingegangen werden.

Die zeitlichen Beziehungen zwischen dem II. Herzton und der d-Welle werden nur in wenigen Arbeiten genauer untersucht. RAUTENBERG kommt im Jahre 1906 zu dem zunächst allgemein angezweifelte Ergebnis, daß zwischen dem zweiten Ton und dem höchsten Punkt

der Vorhofauffüllungswelle, die er als Zeitpunkt der Mitralöffnung annimmt, eine sog. Verharrungszeit liege, die mit 0.037 bis 0.05 sec. angegeben wird(46). JANOWSKI legt seinen Berechnungen den beginnenden Abfall der d-Welle zugrunde und gibt eine Zeitangabe von 0.13 sec. (20,21). Dieses große Zeitintervall führt JANOWSKI in Übereinstimmung mit WINKOWSKI (37,38) fälschlicherweise zu der Annahme, daß die d-Welle, die er mit AS bezeichnet, bereits der Vorhofkontraktion zuzuordnen sei. - EDENS beschreibt eine zeitliche Koinzidenz des II. Herztones und der d-Welle (6,7). Bei BENJAMINS finden wir eine Zeitangabe von 0.04-0.057 sec. für die Verharrungszeit (5).

Unter den Autoren, die in jüngerer Zeit die Untersuchung des linken Vorhofs von der Speiseröhre aus wieder aufgriffen, heben LASSER und Mitarb., die anstelle des luftgefüllten ein wassergefülltes System zur Registrierung verwenden, hervor, daß die Vorhofauffüllungswelle zur Zeit des II. Tones ihren Gipfel erreicht und zur Zeit der Mitralöffnung wieder abfällt. Bei Mitralinsuffizienzen liege der Gipfel des systolischen Kurvenanstiegs kurz vor der Mitralklappenöffnung (29-32).

ZOOB gibt an, daß die d-Welle dem II. Ton grundsätzlich in einem Abstand von 0.01 bis 0.08 sec. folge. Bei Mitralinsuffizienzen dagegen liege sie 0.01 bis 0.12 sec. v o r dem zweiten Herzton. Bei Mitralstenosen sei die d-Welle im allgemeinen stark verzerrt und liege ebenfalls oft vor dem II. Ton (63). ZOOB mißt dem zeitlichen Eintreffen der d-Welle bei Mitralinsuffizienzen große Bedeutung bei.

Nach FRIESE beträgt der zeitliche Abstand vom II. Ton bis zur d-Welle durchschnittlich 0.05 sec., bei Mitralinsuffizienzen liege die d-Welle meistens zur Zeit oder kurz nach dem II. Ton, oft auch davor (11).

C. Allgemeine Methodik :

I. Krankengut:

Wir führten unsere Untersuchungen an insgesamt 96 Patienten beiderlei Geschlechts im Alter von 18 bis zu 72 Jahren durch. Die Patienten lassen sich in folgende Gruppen aufteilen:

1. 46 Herzgesunde
2. 21 Patienten mit einem Hypertonus
3. 7 Patienten mit Erkrankungen des Herzens ohne nachweisbaren Mitralklappenfehler
4. 22 Patienten mit Mitralklappenfehlern

In der Gruppe 3 sind Personen mit Aortenklappenfehlern, Schenkelblöcken und Herzinsuffizienzen verschiedener Genese ohne Hypertonus zusammengefaßt. In dieser Gruppe sind auch 2 Patienten mit einer absoluten Arrhythmie bei Vorhofflimmern enthalten. Ein Mitralvitium konnte in diesen Fällen durch eine gründliche klinische Voruntersuchung ausgeschlossen werden.

II. Mechanocardiographisches Verfahren:

1.) Apparatur:

Zur Registrierung der Pulskurven (Venenpuls, Carotispuls, Ventrikelsphygmogramm) bedienten wir uns eines Glastrichters als Pulsabnehmer. Die Übertragung der Druckschwankungen erfolgte durch Lufttransmission in einem 20 cm langen Gummischlauch auf einen piezoelektrischen Kristall (Pulskapsel der Firma Hellige).

Zur Herzschallschreibung diente ein Körperschallmikrophon, bei dem die Schallschwingungen direkt von der Brustwand durch eine Pelotte aufgenommen und auf einen Kristall übertragen werden. Es wurden jeweils 3 Schallkurven geschrieben, und zwar in den Frequenzgängen m_2 , m_1 und t .

Als EKG - Bezugskurve diente die Ableitung II des Standard-EKG's.

Als Registriergerät benutzten wir einen 8-Kanal-Direktschreiber mit Schreibhebelsystem (Firma Schwarzer, München). Die Papiergeschwindigkeit betrug 50 oder 100 mm/sec.

2.) Spezielle Methodik zur Gewinnung von Vorhofpulscurven:

Zur Registrierung des Vorhofpulses verwendeten wir einen Polyäthylenschlauch, an dessen Ende ein aufblasbarer Ballon aus Condomgummi mit Hilfe eines Seidenfadens befestigt war. Der äußere Durchmesser des Schlauches betrug 4 mm, der innere 2 mm. Wie von zahlreichen Autoren beschrieben, eignet sich ein Schlauch aus einem weitgehend unnachgiebigen Material für die Registrierung besser, weil Fehlerquellen durch Verwendung eines zu elastischen Systems ausgeschaltet werden. Als geeignete Größe für den Ballon erwies sich eine Länge von 3 cm in erschlafftem Zustand. Unter Benutzung eines Ballons von nur 1,5 cm Länge, wie es von EDENS (6,7) empfohlen wurde, erhielten wir keine guten Kurven, ebenso waren bei Verwendung eines größeren Ballons keine reinen Vorhofpulscurven zu gewinnen. Die Schlauchlänge betrug 100 cm.

Die Aufzeichnung der Druckschwankungen im Ballon erfolgte nach zwei verschiedenen Techniken. Bei einer ersten Serie von Versuchspersonen verbanden wir das freie Ende der Schlundsonde mit jener an den 8-Kanal-Direktschreiber angeschlossenen Puls kapsel, die wir auch bei der Registrierung von Gefäßpulsationen und des Ventrikelsphygmogrammes verwendeten. Als Druckgeber diente der Gummiball eines Blutdruckgerätes, das gleichzeitig die Möglichkeit gab, den Ballon mit einem bestimmten Druck zu beschicken. Während der Registrierung wurde durch einen Dreiwegehahn die Verbindung zum Druckgeber abgeschaltet, um auf einem möglichst direkten Wege zu einer Aufzeichnung der Pulscurven zu kommen.

Bereits bei unseren ersten Untersuchungen stellte sich als Schwierigkeit die Tatsache heraus, daß in dem

System ein ständiger Druckverlust auftrat, der eine Registrierung unter einem sich stetig vermindernenden Druck im recipierenden System zur Folge hatte. Das Nachlassen des Druckes in unserem System fand seine Erklärung in der Konstruktion der Puls kapsel, die sich für die Registrierung von Druckschwankungen bei einer bestimmten Druckhöhe als nicht geeignet erwies. Wir ersetzten daraufhin das Blutdruckgerät als Druckgeber durch einen Pneumothoraxapparat, der durch einen stetigen kleinen Luftnachstrom den Druck im Ballon auf der beabsichtigten Höhe konstant hielt. Der den Pulsationen im System entgegengerichtete Luftstrom bewirkte weder eine wesentliche Dämpfung der Kurven, noch ließ sich bei einem späteren unmittelbaren Vergleich der beiden von uns angewendeten Techniken eine Änderung der zeitlichen Beziehungen feststellen. Es ergibt sich somit nicht die Notwendigkeit, die mit verschiedenen Methoden bei den Patienten gewonnenen Kurven getrennt voneinander zu vergleichen, da die zeitliche Übereinstimmung bei beiden Techniken gegeben ist.

Zur weiteren Vereinfachung der Methodik verwendeten wir bei ca. $\frac{3}{4}$ der untersuchten Patienten ein Druckregistrierungsgerät nach NEUHAUS (Fa. Elektrophysik Bonn), das die Technik wesentlich erleichterte. Als Druckgeber diente uns ein Druckeichgerät (nach Prof. GAUER), das eine exakte Bestimmung des Ballondruckes ermöglichte. Das proximale Sondenende verbanden wir mit einer Druckdose, die über das erwähnte Druckgerät ebenfalls an den 8-Kanal-Direktschreiber angeschlossen wurde. Bei dieser Methodik traten als einzige Schwierigkeit bisweilen Wechselströme auf, die oft nicht eliminierbar waren und das Kurvenbild störend beeinflussten. Im wesentlichen lehnten wir uns mit dieser Methodik den von den meisten Autoren beschriebenen Techniken an.

Bei den Untersuchungen selbst wurde darauf geachtet, daß die Patienten mindestens drei Stunden vorher weder etwas gegessen noch getrunken hatten. Um eine

starke Ösophagusperistaltik zu unterdrücken, entschlossen wir uns, den Patienten eine Prämedikation zu verordnen. Dabei erwiesen sich 1 ccm Dolantin in Verbindung mit 25 mg Atosil zur Sedierung bzw. 1/2 mg Atropin und 25 mg Atosil als in gleicher Weise geeignet. Bei wenig empfindlichen Versuchspersonen ist allerdings eine Prämedikation ebensowenig erforderlich wie die von fast allen Autoren empfohlene Anästhesierung des Rachens, die als sehr unangenehm empfunden wird. Wir erlebten mehrfach Patienten, bei denen trotz Anästhesierung und Prämedikation ein Einführen der Sonde nicht gelang oder bei denen eine zu starke Peristaltik in der Speiseröhre die Gewinnung guter Kurven verhinderte. Der Prozentsatz erfolgloser Bemühungen lag bei diesen Patienten nicht niedriger als bei jenen, die vorher keine Rachenanästhesie erhalten hatten. Nach unseren Erfahrungen ist damit zu rechnen, daß in ca. 20 % der Fälle die Untersuchung aufgrund der dargelegten Schwierigkeiten erfolglos bleibt.

Die Untersuchung mit der Schlauchsonde setzt eine vollkommen entspannte Haltung der Patienten voraus. Oft ist eine körperliche Entspannung bereits durch beruhigende Worte zu erreichen, oft tritt sie erst ein, nachdem sich die Patienten an die meistens als wenig angenehm empfundene Untersuchungssituation gewöhnt haben. Dieser für die Registrierung günstigste Zeitpunkt ist immer abzuwarten.

Um alle Ergebnisse unter einheitlichen Versuchsbedingungen betrachten zu können, erfolgte die Registrierung der Pulskurven grundsätzlich in expiratorischem Atemstillstand. Das Atemanhalten in Expiration ist nicht nur erforderlich für die Auswertung des gleichzeitig registrierten Venenpulses, sondern wirkt sich auch vorteilhaft auf die Gewinnung des Ösophagoatriogrammes aus. Auf der einen Seite lassen sich die Einflüsse atmungsbedingter intrathorakaler Druckschwankungen auf die Kurven ausschalten, auf der anderen Seite ließ sich beobachten, daß eine starke Peristaltik, die die Gewinnung einer Kurve bei Ruheatmung

unmöglich macht, in unmittelbarem Anschluß an das Atemanhalten aussetzt oder zumindest erheblich nachläßt. Dieser Zeitpunkt ist der günstigste für die Registrierung der Vorhofpulsationen.

3.) Untersuchungsgang:

Bei den ersten von uns durchgeführten Untersuchungen nahmen wir das Einführen der Schlundsonde, deren Ballonende mit einem kleinen Stückchen Metall versehen war, grundsätzlich unter röntgenologischer Kontrolle vor. Wir erhielten so die Sicherheit, daß der Ballon genau hinter dem linken Vorhof in der Speiseröhre lag. Nach der Durchleuchtung wurde der Schlauch in Höhe der Zahnreihe mit einem Streifen Leukoplast markiert, um ein Verschieben des Ballons während der Untersuchung jederzeit feststellen zu können. Mit zunehmender Erfahrung wurde eine Durchleuchtung nicht mehr notwendig. Der Bereich, in welchem Vorhofpulsationen gewonnen wurden, lag in einer Entfernung zwischen 30 und 36 cm von der Zahnreihe aus, in Ausnahmefällen wenig darunter oder darüber. Wenn man in diesem Bereich durch langsames Verschieben oder Herausziehen der Sonde den Ösophagus "abtastet", gelingt es mit großer Sicherheit, nach der Form der abgeleiteten Pulskurven die optimale Lage des Ballons hinter dem linken Vorhof festzustellen.

Die Untersuchung der Patienten erfolgte fast ausschließlich in Rückenlage. Nur so war die Möglichkeit einer gleichzeitigen Registrierung des Venen- und Carotispulses oder des linksseitigen Ventrikelsphygmo-graphes gegeben. In Ausnahmefällen, wenn in Rückenlage keine befriedigende Kurve zu erhalten war, wurde auch in sitzender Haltung des Patienten registriert. Allerdings waren in diesen Fällen auch die im Sitzen erhaltenen Kurven nicht viel besser verwendbar.

Als Ort der Mikrophonaufnahme wählten wir den 2. - 3. ICR über dem Sternum. Bei sehr leisen oder durch Geräusche sehr undeutlichen Herztönen wurde auskultatorisch die Stelle der größten Intensität des II.Tones zur Mikrophonaufnahme bestimmt.

Das linksseitige Ventrikelsphygmogramm nahmen wir, wenn möglich, in Rückenlage auf, nachdem vorher durch Tasten mit dem Finger die Stelle der stärksten Pulsation der linken Kammer festgestellt worden war. In der überwiegenden Anzahl der Fälle mußte der Herzspitzenstoß in Schräg- bzw. Seitenlage, im 5. oder 6. ICR der Medioclavicular- bis vorderen Axillarlínie, aufgenommen werden.

Wir registrierten in verschiedenen Höhen des Ösophagus bei jeder Versuchsperson 10 bis 15 aufeinanderfolgende Herzaktionen. Der Schall in drei Frequenzgängen, die EKG-Bezugskurve und das Ösophagoatriogramm wurden synchron geschrieben mit jeweils einer anderen Pulskurve, dem Venen-, Carotis- oder Ventrikelsphygmogramm. Die Registrierung erfolgte, wie erwähnt, in expiratorischem Atemstillstand.

D. Beschreibung der erhaltenen Ösophagosphygmogramme:

1. Kurven von herzgesunden Patienten:

Das normale Ösophagosphygmogramm besteht aus drei Wellen und zwei Tälern, die wir entsprechend der Nomenklatur des Venenpulses mit den Buchstaben a, s und d für die Wellen, sowie x und y für die Täler bezeichnen (HOLLDAK).

Die a-Welle ist Ausdruck der Vorhofkontraktion. Der Vorhof wölbt sich dabei nach hinten vor und führt zu einer Impression des Ösophagus. Die s-Zacken, meistens 2, sind durch arterielle Beimischungen bzw. durch Einflüsse von der Kammer bedingt, bei deren Kontraktion die Segelklappen vorhofwärts eingedrückt werden und dadurch zu einer kurzzeitigen Druckerhöhung im Vorhof führen. Die s-Zacken liegen meistens im absteigenden Schenkel von a. Das x-Tal kommt zustande durch das Niedersteigen der Ventilebene während der Kammerystole. Die d-Welle entsteht durch die zunehmende Auffüllung des Vorhofs aus den Pulmonalvenen, das folgende y-Tal ist Ausdruck der Vorhofentleerung nach Öffnung der Mitralklappen (18,19). Die Abb.1 gibt ein Beispiel für ein normales Ösophagoatriogramm.

2. Kurven von Patienten mit einem Hypertonus:

Die Vorhospulskurven der Hypertoniker entsprachen zum Teil den beschriebenen Normalkurven, zum Teil wiesen sie zwei charakteristische Abweichungen auf:

- a) eine hohe a-Welle,
- b) ein ungenügend ausgeprägtes y-Tal.

Dementsprechend lassen sich die Patienten mit einem Hochdruck in drei Gruppen einteilen:

1. Gruppe mit einem normalen Ösophagoatriogramm,
2. Gruppe mit den beiden genannten Kriterien im Ösophagoatriogramm,
3. Gruppe mit davon abweichenden Kurvenformen.

Von 21 untersuchten Patienten sind 7 der Gruppe 1, 11 der Gruppe 2 und 3 der Gruppe 3 zuzuordnen. Zu der letzteren Gruppe rechneten wir einen Patienten, der lediglich eine hohe a-Welle aufwies, die ihre Entsprechung in einem p sinistro cardiale im EKG fand. Bei einem weiteren Patienten lag eine Sinustachycardie vor, hier fielen a- und d-Welle zusammen. Eine dritte Patientin wird wegen eines auffallenden elektrischen und mechanischen Alternans in einem späteren Kapitel gesondert besprochen.

Es stellt sich die Frage, in welchen Fällen eines Hypertonus eine normale und in welchen Fällen eine abweichende Kurvenform gefunden wird. Nach unseren Untersuchungen hat die Höhe des Blutdrucks keinen Einfluß auf die zu erwartende Kurvenform. Betrachtet man jedoch die Vorhoffpulscurven unter Berücksichtigung des klinischen Bildes, das die Patienten boten, gelangt man zu einem bemerkenswerten Ergebnis:

Von den 7 Patienten mit einem normalen Vorhoffpuls zeigten 5 keinerlei Zeichen einer cardialen Dekompensation. Bei einem Patienten waren deutliche Dekompensationszeichen vorhanden, wir fanden jedoch im EKG einen altersunphysiologischen Steiltyp, und das Herz war röntgenologisch nur gering linksbetont. Bei dem anderen Patienten bestand elektrocardiographisch ein Rechtstyp mit Zeichen einer pulmonalen Überlastung, das Herz war röntgenologisch linksbetont.

Bei den 11 Patienten mit den beiden als typisch beschriebenen Kriterien einer hohen a-Welle und eines ungenügend ausgebildeten y-Tals bot sich folgendes klinisches Bild:

6 Patienten hatten deutliche Zeichen einer cardialen Linksinsuffizienz, bei 5 Patienten war eine solche nicht nachweisbar. Mit einer Ausnahme wiesen diese 5 Patienten im EKG Zeichen einer Linkshypertrophie bzw. Linksüberlastungsschädigung auf, das Herz stellte sich röntgenologisch linksverbreitert dar und wurde z.T. als breitbasig aufsitzend beschrieben. -

Bemerkenswert ist noch, daß sich nur in einem Falle im EKG Zeichen für eine Überlastung des linken Vorhofs fanden, bei einem weiteren Fall waren diese Zeichen nicht sicher zu beurteilen.

In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß wir solche Kurvenformen auch von 4 Patienten ohne Hypertonus erhielten, von denen einer allerdings eine überhöhte a-Welle nicht aufwies. Bei allen 4 Patienten bestand eine cardiale Linksinsuffizienz.

Die genannten Veränderungen sind bedeutungsvoll, da im Schrifttum diese beiden Kriterien allgemein als kennzeichnend für Mitralstenosen beschrieben werden: die hohe a-Welle als Ausdruck der verstärkten Vorhof-tätigkeit, das ungenügend ausgeprägte y-Tal als Ausdruck einer behinderten Vorhofentleerung (11,26,27, 30,31,57,58). Wir finden diese Untersuchungsergebnisse lediglich von FRIESE (11) bestätigt, der solche Kurvenformen als Zeichen einer beginnenden Linksinsuffizienz deutet, wobei klinische Dekompensationszeichen noch fehlen können.

Aufgrund dieser Beobachtungen kann der Schluß gezogen werden, daß bei Patienten mit einem Hypertonus und Neigung zur Dekompensation oder bei Patienten mit einer Linksinsuffizienz Kurvenformen gefunden werden, die den Mitralstenosen entsprechen. Nach FRIESE (11) bestehen hämodynamisch ähnliche Verhältnisse wie bei Mitralstenosen: eine vermehrte Blutfülle und eine Entleerungsbehinderung des Vorhofs, wenn auch aus verschiedenen Ursachen.

Die Abb. 2 ist ein typisches Beispiel für die beschriebene Kurvenform.

3. Kurven von Patienten mit einer absoluten Arrhythmie bei Vorhofflimmern ohne nachweisbaren Mitralklappenfehler:

Untersucht wurden 2 Patienten. Bezeichnend für diese Ösophagoatriogramme sind die fehlenden a-Wellen. Stattdessen können in mehr oder weniger deutlicher

Ausprägung zahlreiche sog. f-Wellen auftreten. Von zwei untersuchten Patienten fanden wir bei einem deutlich ausgebildete x- und y-Täler, die d-Welle war im Vergleich zu Normalkurven relativ klein. Bei dem anderen Patienten fiel eine hohe und relativ breite s-Welle auf, das x-Tal war gut ausgeprägt, ein y-Tal nicht erkennbar. Da die Kurve sehr stark von f-Wellen beherrscht wurde, war auch eine Festlegung von d nicht möglich.

Im Schrifttum werden die hohen s-Wellen gelegentlich als charakteristisch für eine absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern erwähnt (11,57,63).

4. Kurven von Patienten mit Mitralklappenfehlern:

a) Mitralinsuffizienz: Es wurden insgesamt 8 Patienten untersucht, 4 davon hatten eine relative Mitralinsuffizienz. Bei zwei Patienten bestand klinisch der Verdacht auf eine Insuffizienz, ohne daß die Diagnose voll gesichert werden konnte.

Von 5 Patienten mit einem Sinusrhythmus wiesen 3 eine extrem hohe a-Welle auf, bei den anderen beiden lag die a-Welle in ihrer Höhe nicht über dem Durchschnitt. Die s-Zacken verhielten sich unauffällig, nur bei einer Patientin mit einer absoluten Arrhythmie war die s-Zacke überdurchschnittlich hoch.

Die x-Täler waren in allen Fällen ungenügend ausgebildet und schmal. Eine sog. Insuffizienzwelle ließ sich in den Ösophagoatriogrammen von 5 Patienten erkennen. Diese I-Welle wird verursacht durch das während der Kammerystole durch die insuffizienten Klappen zurückfließende Blut. Sie erreichte bei unseren Untersuchungen ihren Gipfel 0.15 bis 0.24 sec. nach der Spitze der R-Zacke im EKG. In diesen 5 Fällen war mit zwei Ausnahmen neben der Insuffizienzwelle auch eine mehr oder weniger deutliche d-Welle und ein y-Tal vorhanden (s. Abb. 3). Bei den anderen 3 Patienten zeigten die Kurven während der Kammerystole einen allmählichen Anstieg zu einer breiten und hohen

Welle, die ihren Gipfel zur Zeit des zweiten Tones erreichte und kurz später sehr steil zu einem tiefen y-Tal abfiel. In diesen Fällen ließen sich die d- und die I-Welle nicht voneinander trennen.

b) Mitralstenose (vorwiegende Stenosekomponente):

b₁) mit Sinusrhythmus:

untersucht wurden 5 Patienten. Auf die Auswertung einer Kurve wurde verzichtet, da sie im Anfang unserer Untersuchungsreihe entstand und nicht gut gelungen zu sein scheint. Von den verbleibenden 4 Ösophagosphygmogrammen wies eines die Merkmale auf, die bereits bei den Hypertonikern hervorgehoben wurden: eine hohe a-Welle und ein ungenügend ausgeprägtes y-Tal als Ausdruck der Behinderung der Vorhofentleerung. Das x-Tal war gut ausgebildet.

Bei den anderen 3 Kurven hatte die a-Welle eine durchschnittliche Höhe, es fiel jedoch das sehr tiefe Tal nach der a-Welle auf, das bei zwei Patienten in Seitenlage noch deutlicher in Erscheinung trat als in Rückenlage. Die s-Zacken waren in einem Falle sehr hoch, in den beiden anderen Kurven unauffällig. Das x-Tal zeigte bei allen drei Patienten eine ungenügende Ausprägung und war gefolgt von dem Anstieg zu einem systolischen Plateau, das wohl nicht als Insuffizienzplateau gedeutet werden kann. Die Tatsache, daß auch bei Mitralstenosen das x-Tal ausgefüllt sein kann, wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt. ZOBB gibt an, daß diese Plateaukurven bei klinisch reinen Mitralstenosen Ausdruck für eine Vorhofstase sind (63). Es muß hervorgehoben werden, daß ein systolisches Plateau bei Mitralstenosen nicht von einem so steilen Abfall gefolgt ist wie bei Mitralinsuffizienzen (s. Abb. 4).

Das y-Tal war in allen Fällen ungenügend ausgebildet, eine eindeutige d-Welle nicht erkennbar. Als d bezeichnen wir lediglich jenen Punkt nach dem II. Ton, der den Beginn des Abfalls zum y-Tal kennzeichnet.

b₂) mit absoluter Arrhythmie bei Vorhofflimmern:

untersucht wurden 5 Patienten, davon hatte eine Patientin ein normales Ösophagoatriogramm, allerdings ohne a-Welle; die Vorhospulskurven der restlichen 4 Patienten hatten ein einförmiges Aussehen. Am stärksten fielen die sehr hohen s-Zacken ins Auge. Danach erfolgte der allmähliche Abfall zu einem x-Tal, das sich ins y-Tal fortsetzte und nur durch eine kleine d-Welle von diesem getrennt war. Es entstand auf diese Weise ein Bild, das in seinem Aussehen fast an einen Herzspitzenstoß erinnert. In einem Fall war das x-Tal nur angedeutet, und es zeigte sich eine deutliche i-Welle, 0.24 sec. nach der Spitze der R-Zacke im EKG.

c) Unreine Mitralvitien: es wurden 5 Patienten untersucht. Alle hatten eine absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern, zwei Patienten hatten gleichzeitig ein Aortenvitium. Von einem Patienten, dessen Klappenfehler für nicht sehr hochgradig gehalten wurde, erhielten wir ein normales Ösophagosphygmogramm. Eine andere Kurve wies ein ausgeprägtes systolisches Plateau mit einer deutlichen Insuffizienzwelle und anschließendem steilen Abfall auf. Im übrigen entsprachen die Bilder den Kurven, die bereits unter den Mitralstenosen mit Vorhofflimmern besprochen wurden.

E. Gesamtauswertung:

1.) Auswertung der einzelnen Kurven :

Wir bestimmten auf dem Registrierpapier den Abstand folgender Punkte vom zweiten Herzton und errechneten daraus unter Kenntnis des Papiervorschubes die zeitlichen Verspätungen in sec.:

a) den Punkt O im linksseitigen Ventrikelsphygmogramm (VS)

b) den Punkt d im Ösophagosphygmogramm (OS)

In den normalen Ösophagosphygmogrammen stellte die d-Welle in den meisten Fällen die größte Welle der Pulscurve dar. Ihre Erkennung und die entsprechende Festlegung des Punktes d machten keine Schwierigkeiten. Allerdings bildete die d-Welle nicht immer einen eindeutigen Gipfel, sondern häufig ein kleines Plateau. In diesen Fällen bezogen wir uns ausnahmslos auf den Beginn des abfallenden Schenkels von d. Die Abb. 1 gibt ein Beispiel für die Berechtigung dieses Vorgehens: die relativ breite d-Welle zeigt im Beginn des abfallenden Schenkels eine gute Übereinstimmung zum O-Punkt des Ventrikelsphygmogramms.

Für die Auswertung der Ösophagoatriogramme von Hypertonikern und Herzkranken ohne nachweisbaren Mitralklappenfehler gelten die gleichen Anmerkungen.

Schwierigkeiten dagegen bereitete die Erkennung von d bei den meisten Kurven, die von Patienten mit Mitralklappenfehlern gewonnen wurden. Die Vorhofauffüllungs-welle war meistens so verzerrt, daß dieser Teil des Ösophagoatriogrammes kaum als Welle angesprochen werden kann. Wir bezeichneten in diesen Kurven mit d jenen Punkt nach dem II. Ton, der den Beginn des Abfalls zum y-Tal kennzeichnet.

Zur Auswertung des Ventrikel- und des Ösophagosphygmogrammes bemühten wir uns, jene Serien von Herzaktionen heranzuziehen, in denen beide Pulscurven synchron geschrieben waren. Das war jedoch nur dann möglich, wenn der Herzspitzenstoß in Rückenlage des Patienten

erhalten wurde. War der Herzspitzenstoß nur in Seitenlage des Patienten tastbar, wurden zur Auswertung der beiden Pulskurven zwei verschiedene Serien von Herzaktionen herangezogen.

Die Vorhofpulscurve erhält bei seitlicher Lagerung des Patienten in den meisten Fällen ein verunstaltetes Aussehen: die d-Welle wird erheblich kleiner und rückt näher an den zweiten Herzton heran. Nur bei wenigen Patienten war die Kurvenform in leichter Schräglage besser als in Rückenlage. In solchen Ausnahmen verwendeten wir auch diese Kurven zur Bestimmung von d.

An dieser Stelle muß schließlich noch erwähnt werden, daß wir auf die Auswertung von insgesamt 4 Kurven herzgesunder Patienten verzichteten. Es muß dahingestellt bleiben, ob technische Fehler die Gewinnung brauchbarer Kurven verhinderten, oder ob es aufgrund individueller anatomischer Gegebenheiten Fälle gibt, in denen brauchbare Vorhofpulskurven durch die Speiseröhre nicht zu erhalten sind.

2.) Berechnung der Mittelwerte:

Aus je 10, in einigen Kurven auch weniger als 10 aufeinanderfolgenden Herzaktionen wurde der Mittelwert und die Standard-Abweichung für die Mitralöffnungszeiten nach dem Ventrikelsphygmogramm ($MÖZ_{VS}$) und nach dem Ösophagosphygmogramm ($MÖZ_{OS}$) mit folgender Formel berechnet (Lit.12,62):

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad C = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

Dann wurde als Durchschnittswert für die Mitralöffnungszeit:

$$MÖZ = \bar{x} \pm C \text{ angesetzt.}$$

$\bar{x}$ errechnet sich nach dieser Formel aus der Summe aller ausgemessenen Herzaktionen, dividiert durch ihre Anzahl.

In der Formel zur Bestimmung der Standardabweichung G stellt d die Differenz jedes einzelnen ausgemessenen Wertes zum errechneten Durchschnittswert dar.

Ein praktisches Zahlenbeispiel, dargestellt an 5 ausgemessenen Herzaktionen, soll die Art der Berechnung veranschaulichen.

<u>x</u>	<u>d</u>	<u>d²</u>
0.06	0.004	0.000016
0.05	0.006	0.000036
0.055	0.001	0.000001
0.06	0.004	0.000016
0.055	0.001	0.000001
0.280	<u>$\sum d^2 = 0.000070$</u>	

$$\sum x = 0.280 \quad n = 5$$

$$\bar{x} = \frac{0.280}{5} = 0.056$$

$$G = \sqrt{\frac{0.000070}{4}} = 0.00418$$

F. Ergebnisse und Kritik

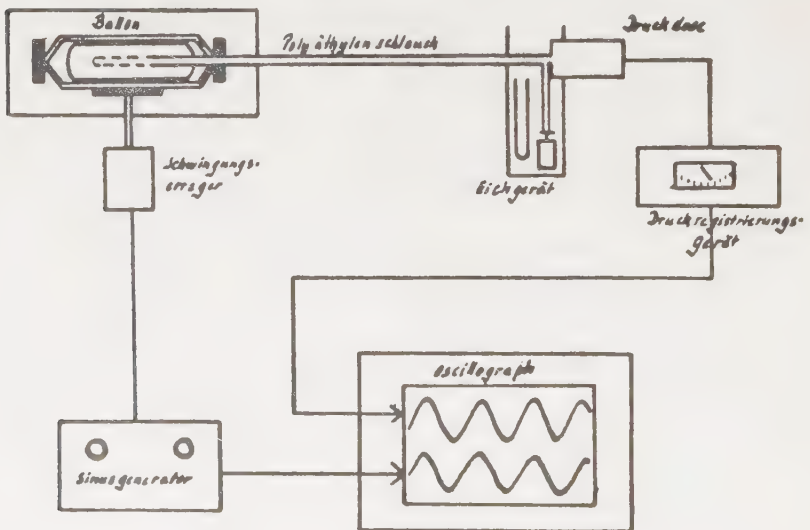
I. Beurteilung der Methodik:

Ein Vergleich der zeitlichen Zusammenhänge zwischen zwei Pulscurven, die - wie in der vorliegenden Arbeit unter Anwendung verschiedener Ableitungsmethoden geschrieben werden, darf nur unter Berücksichtigung der den Methodiken zugrundeliegenden möglichen Fehlerquellen vorgenommen werden.

Bei der Gewinnung der Vorhofpulscurven durch die Speiseröhre liegt zwischen dem Ort der Entstehung der Pulsationen und der Registrierungseinrichtung ein luftleitendes System von einem Meter Länge. Es beschäftigten uns deshalb in diesem Zusammenhang zwei Fragen:

- 1.) Ist ein elastischer Ballon, wie er von uns verwendet wurde, in der Lage, die auf ihn einwirkenden Pulsationen möglichst unverzerrt aufzunehmen und weiterzuleiten?
- 2.) Wie groß ist die Laufzeitverzögerung in dem von uns verwendeten System?

Zur Klärung beider Fragestellungen führten wir einen Modellversuch durch, dessen Prinzip in der untenstehenden Skizze wiedergegeben ist:



Eine Ballonsonde wurde von einem straffen, aus mehreren Stofflagen bestehenden Strumpf überzogen und auf einer festen Unterlage befestigt. Es wurden auf diese Weise Bedingungen geschaffen, wie sie annäherungsweise auch in der Speiseröhre, die einem relativ engen und fest-elastischen Schlauch vergleichbar ist, gegeben sind. Dem Ballon wurde mit mäßigem Druck die Pelotte eines Schwingungserregers aufgesetzt, der dem durch einen Druckgeber (Eichgerät nach Prof. GAUER) auf 10 mm Hg aufgeblasenen Ballon rhythmische Schwingungen bestimmter Frequenz mitteilte. Der Schwingungserreger selbst erhielt seine Impulse von einem Sinusgenerator. Die durch den 1 mtr. langen Polyäthylenschlauch geleiteten Schwingungen des Ballons wurden über Druckdose und Druckwandler auf einem Zweistrahloszillographen (Fa. Knott Electronic) zur Darstellung gebracht. So war die Möglichkeit eines Vergleiches zu den unmittelbar vom Sinusgenerator auf den Oscillographen übertragenen Sinusschwingungen gegeben.

Die zu einer Beurteilung der Schwingungen erforderlichen Laufzeiten pro Längeneinheit der Lichtpunkte des Oscillographen betrugen bei niedrigen Frequenzen 30 msec/cm, bei höheren Frequenzen 3 msec/cm. Zur Amplitudenbestimmung wurden kleinere Laufzeiten gewählt.

Zur Bestimmung der Laufzeitverzögerung wurde der Versuch etwas abgewandelt. Sinusgenerator und Schwingungserreger ersetzten wir durch ein Körperschallmikrophon, dessen Pelotte in engen Kontakt zum Ballon gebracht wurde. Das Mikrophon wurde ebenfalls an den Oscillographen angeschlossen. Bei dieser Versuchsanordnung wird eine Erschütterung mäßiger Lautstärke in unmittelbarer Nähe des Ballons gleichzeitig vom Ballon und vom Mikrophon aufgenommen und weitergeleitet, was ein Abweichen beider Lichtstrahle am Oscillographen von ihrer Nulllinie zur Folge hat. Die mechanischen Schwingungen werden im Mikrophon sofort in elektrische Schwingungen umgewandelt,

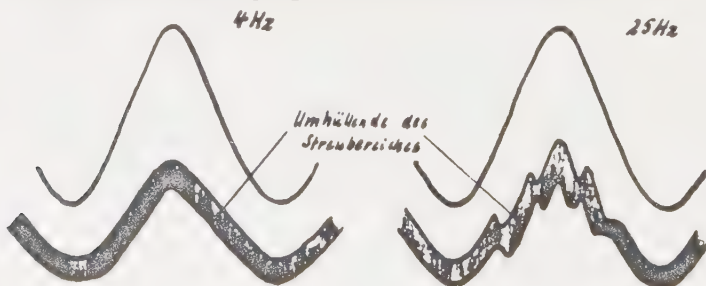
während die Schwingungen des Ballons zunächst durch den 1 mtr. langen Schlauch geleitet werden. Die Lichtstrahlen werden also nacheinander von der Nulllinie abgelenkt. Ihre Differenz entspricht der Laufzeitverzögerung.

Aus unseren Modellversuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

a) Kurvenform

Der Ballon ist in der Lage, Sinusschwingungen bei einer Frequenz von 3 bis 160 Herz annähernd unverzerrt aufzunehmen und weiterzuleiten. In den niedrigen Frequenzbereichen bis zu 40 Hz machten sich Störungen bemerkbar, die jedoch als durch Apparate verursacht angesehen werden müssen, da sie auch nach Ausschalten des Ballons aus der Versuchsanordnung in der Nulllinie des Lichtstrahls auftraten. Eine exakte Beurteilung der vom Ballon wiedergegebenen Schwingungen war allerdings auch in den von Störfrequenzen beeinflussten Bereichen möglich, da die sog. Umhüllende dieser Störfrequenzen immer eine reine Sinuskurve darstellte.

Lediglich in den Bereichen von 20 bis 31,5 Hz traten auch in der Umhüllenden des Streubereiches leichte Verzerrungen im an- und absteigenden Schenkel auf, ohne daß allerdings eine Phasenverschiebung im oberen Umschlagspunkt der Kurve zu beobachten war. Die untenstehende schematisierte Abbildung soll das veranschaulichen. In ihr stellt die obere Kurve die vom Sinusgenerator auf den Oscillographen übertragenen Schwingungen dar, die untere Kurve gibt die entsprechenden Schwingungen des Ballons wieder.



- b) Phasenverschiebungen: In den niedrigen Frequenzbereichen von 3.15 bis 31.5 Hz trat keine meßbare Phasenverschiebung auf. Eine solche war erst bei 40 Hz im Beginn und ab 50 Hz in immer stärkerem Maße zu beobachten.
- c) Amplituden: Über das Verhalten der Amplituden läßt sich keine exakte Angabe machen, da es sich für unsere Versuchsanordnung als notwendig erwies, die Schwingungen des Schwingungserregers mithilfe einer besonderen Vorrichtung zu dämpfen. Dementsprechend waren in den niedrigen Frequenzbereichen die Amplituden des Ballons geringer als die der direkt vom Sinusgenerator auf dem Oscillographen zur Darstellung gebrachten Sinuskurve. In den höheren Frequenzbereichen wiesen die Amplituden mit zunehmender Phasenverschiebung Schwankungen auf. An den Stellen, da die Phasenverschiebung 180° betrug, waren die Amplituden am kleinsten, bei Phasenverschiebungen von 0° bzw. 360° am größten. Dazwischen lagen Übergangswerte.
- d) Laufzeitverzögerungen: Es wurde die Differenz zwischen dem Beginn der Ablenkung des Lichtstrahles, der die Schwingungen des Mikrophons wiedergibt und dem entsprechenden Punkt des Lichtstrahls, der die Schwingungen des Ballons wiedergibt, ausgemessen. Dabei ergaben sich folgende Werte:

1 mtr Schlauchlänge:	Laufzeit des Diffe-	Angabe in
	Lichtstrahls renz	msec
3 msec/cm	1 cm =	3 msec
1 msec/cm	3 cm =	3 msec
0,3 msec/cm	10 cm =	3 msec
2 mtr Schlauchlänge:	3 msec/cm	2 cm = 6 msec
	1 msec/cm	6 cm = 6 msec

Die Laufzeitverzögerung beträgt also für einen Meter Schlauchlänge genau 3 msec. Mit anderen Worten beträgt die Laufzeit auf 1000 mtr 3 sec oder auf 333 mtr je 1 sec. Dieser Wert entspricht fast genau der Schallgeschwindigkeit.

Bei Übertragung des Modellversuches auf die Ösophaguspulsschreibung läßt sich zusammenfassend feststellen:

- 1.) Der Ballon ist in der Lage, in den niedrigen Frequenzbereichen unverzerrte Kurvenbilder ohne meßbare Phasenverschiebungen wiederzugeben.
- 2.) Die Laufzeitverzögerung, die der Schallgeschwindigkeit entspricht, kann ebenfalls vernachlässigt werden, da sie innerhalb der Fehlerbreite des Messens liegt. 3 msec entsprechen bei einer Papiergeschwindigkeit von 50 bzw. 100 mm / sec $1/6$ bzw. $1/3$ mm.

II. Zu den Zahlenwerten:

Aus den errechneten Zahlenwerten lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1.) Bei herzgesunden Patienten wurde mit wenigen Ausnahmen eine gute zeitliche Übereinstimmung des Punktes d im Ösophagosphygmogramm und des Punktes O im Ventrikelsphygmogramm gefunden. Die graphische Darstellung (Abb.6) gibt diese Beziehungen wieder. Die meisten Punkte gruppieren sich in dieser Abbildung um die 45° -Achse. Es läßt sich ersehen, daß die $MÖZ_{VS}$ gegenüber der $MÖZ_{OS}$ eher zu einer leichten Verlängerung des Intervalls neigt. Das ist verständlich, da sich die Entleerung des Vorhofs im Ösophagus etwas früher bemerkbar machen muß als die Anfüllung des Ventrikels. Im einzelnen schwankten in unserer Untersuchungsserie die errechneten Werte für die

$MÖZ_{OS}$ von 0.039 bis 0.109 sec und für die

$MÖZ_{VS}$ von 0.042 bis 0.119 sec.

Die Durchschnittswerte von 33 herzgesunden Patienten, bei denen gleichzeitig beide Pulskurven erhalten wurden, betrugen:

$MÖZ_{OS}$: 0.072 sec

$MÖZ_{VS}$: 0.078 sec

2.) Bei Patienten mit einem Hypertonus ist in den meisten Fällen ebenfalls eine zeitliche Übereinstimmung der $MÖZ_{OS}$ und der $MÖZ_{VS}$ gegeben. Wie aus der graphischen Darstellung (Abb.7) hervorgeht, besteht jedoch bei den Hypertonikern die Tendenz zu einer Verlängerung des Intervalls der $MÖZ_{OS}$ gegenüber der $MÖZ_{VS}$. Wir finden hier also umgekehrte Verhältnisse wie bei den herzgesunden Patienten. Die errechneten Zahlenwerte zeigten folgende Schwankungen:

$MÖZ_{OS}$ von 0.056 bis 0.139 sec

$MÖZ_{VS}$ von 0.043 bis 0.142 sec

Die Durchschnittswerte von 18 Patienten, bei denen beide Pulscurven erhalten wurden, betrugen:

$MÖZ_{OS}$: 0.089 sec

$MÖZ_{VS}$: 0.078 sec

Wie unter dem Kapitel D 2) ausgeführt wurde, lassen sich die Hypertoniker in zwei Hauptgruppen einteilen:

1. Gruppe mit einem normalen Ösophagoatriogramm,
2. Gruppe mit typischen Veränderungen im Vorhofpuls.

Es handelte sich bei der letzteren Gruppe vorwiegend um Patienten, die klinisch eine Herzdekompensation bzw. eine Neigung zur Dekompensation aufwiesen. Alle Patienten hatten ein linksverbreitertes, breitbasig aufsitzendes Herz.

In der graphischen Darstellung (Abb. 7) sind die Werte für die erste Gruppe durch ein x, die der zweiten Gruppe durch einen Punkt gekennzeichnet. Die unterstrichenen Werte stammen von Patienten, die keiner Gruppe eindeutig zuzuordnen sind. Aus der Darstellung geht hervor, daß eine Verlängerung der $MÖZ_{OS}$ gegenüber der $MÖZ_{VS}$ vorwiegend in der zweiten Gruppe zu finden ist. Wir können feststellen, daß bei Hypertonikern mit Dekompensationsneigung neben den beschriebenen typischen Abweichungen in der Form des Vorhofpulses auch eine Verlängerung des Intervalles II. Ton - Punkt d auftritt. Die Durchschnittswerte von 7 untersuchten Patienten der Gruppe 1 und

11 untersuchten Patienten der Gruppe 2 betrugen für die

$$\begin{aligned} \text{Gruppe 1 : } \text{MÖZ}_{\text{OS}} &= 0.071 && \text{und für die} \\ \text{Gruppe 2 : } \text{MÖZ}_{\text{OS}} &= 0.092 \text{ sec.} \end{aligned}$$

Die entsprechenden am Ventrikelsphygmogramm ermittelten Werte von 4 Patienten der Gruppe 1 und 11 Patienten der Gruppe 2 betrugen für die

$$\begin{aligned} \text{Gruppe 1 : } \text{MÖZ}_{\text{VS}} &= 0.070 && \text{und für die} \\ \text{Gruppe 2 : } \text{MÖZ}_{\text{VS}} &= 0.074 \text{ sec.} \end{aligned}$$

3.) Bei Patienten mit einer cardialen Insuffizienz kann über die Beziehungen der beiden Mitralöffnungszeiten keine Aussage gemacht werden. Von insgesamt 6 Patienten hatten 2 eine Flimmerarrhythmie. In dem einen Fall war eine Festlegung von d nicht möglich, in dem anderen Fall war die MÖZ_{OS} sehr kurz:

$$\text{MÖZ}_{\text{OS}} = 0.028 \text{ sec.}$$

Bei den 4 anderen Patienten mit einem Sinusrhythmus wurden die Formkriterien gefunden, die bei der Gruppe 2 der Hypertoniker besprochen wurde. Nur in einem Fall war ein Herzspitzenstoß zu erhalten. Wir fanden hier eine gute Übereinstimmung der beiden Mitralöffnungszeiten.

Nach dem Ösophaguspuls betrug bei den 4 Patienten das Intervall II. Ton - d-Welle

$$\text{MÖZ}_{\text{OS}} \text{ zwischen } 0.08 \text{ und } 0.115 \text{ sec}$$

Der Durchschnittswert ergab für die 4 Patienten:

$$\text{MÖZ}_{\text{OS}} = 0.094 \text{ sec.}$$

Wenn auch ein Vergleich zur MÖZ_{VS} nur in einem Falle möglich war, so liegt der Durchschnittswert doch deutlich über dem bei Herzgesunden gefundenen Wert. Er entspricht der Zahlenangabe, die wir bei Hypertonikern mit Dekompensationsneigung gegeben haben. Auch bei diesem Patientenkreis ist eine Verlängerung des Intervalls der MÖZ_{OS} anzunehmen.

4.) Bei den Patienten mit einem Mitralvitium ließen sich keinerlei Beziehungen zwischen der d-Welle im Vorhofpuls und dem O-Punkt im Ventrikelsphygmogramm finden.

a) Mitralinsuffizienzen: die graphische Darstellung der Abbildung 8 umfaßt 6 der 8 untersuchten Personen. Bei einem Patienten war ein Herzspitzenstoß nicht tastbar, bei einem weiteren Patienten war nach der Insuffizienzwelle, deren Gipfel 0.043 sec vor dem II. Ton lag, kein d-Punkt vorhanden.

Wie aus der Abbildung 8 hervorgeht, ist der Abstand vom II. Ton zum d-Punkt erheblich kürzer als das entsprechende Intervall zum O-Punkt, auch in jenen Fällen, bei denen eine d-Welle deutlich erkennbar und von einer Insuffizienzwelle unterscheidbar war.

Bei einer Schwankungsbreite des Abstandes

II. Ton - d von 0.022 bis 0.096 sec
betrug der Durchschnittswert von 7 Patienten:

II. Ton - d = 0.043 sec.

Die durchschnittliche Mitralöffnungszeit nach dem Ventrikelsphygmogramm betrug bei 6 dieser Patienten:

$MÖZ_{VS} = 0.104 \text{ sec.}$

b) Mitralstenosen und unreine Mitralvitien:

Die Abbildung 9 gibt 12 der 14 untersuchten Patienten wieder. Die unterstrichenen Punkte stellen die Intervalle bei Ösophaguspulskurven dar, die als kaum verändert beschrieben wurden. Diese Punkte liegen mit einer Ausnahme in der Nähe der 45° -Achse, d.h. die beiden Mitralöffnungszeiten entsprechen sich.

Der in der Abbildung 9 mit einem x versehene Punkt stellt den Wert einer Patientin dar, der wegen seines großen Intervalls fragwürdig erscheint. In der Vorhofpulscurve dieser Patientin waren in dem allmählich abfallenden Schenkel nach dem II. Ton 3 Zacken zu beobachten, deren jede als d bezeichnet werden könnte. Die erste der Zacken wies einen sehr kurzen Abstand zum II. Ton auf, die zweite entsprach etwa dem Intervall der $MÖZ_{VS}$. Wir haben uns trotzdem zur Auswertung

der letzten Zacke entschlossen, da wir grundsätzlich den endgültigen Abfall zum y-Tal als Kriterium des d-Punktes angenommen haben.

Lassen wir diesen Punkt und die Werte der Mitralvitien mit einer annähernd normalen Vorhofpulscurve unberücksichtigt, betrug bei einer Schwankungsbreite des Abstandes

II. Ton - d von 0.02 bis 0.069 sec
der Durchschnittswert von 10 Patienten:

II. Ton - d = 0.038 sec.

Diese Angabe entspricht etwa dem Zeitintervall, das wir bei Mitralinsuffizienzen gefunden haben. Die durchschnittliche Mitralöffnungszeit nach dem Ventrikelsphygmogramm betrug bei 9 dieser Patienten:

$MÖZ_{VS} = 0.098 \text{ sec.}$

Die Untersuchungen an Patienten mit Mitralvitien führen zu dem Schluß, daß die Öffnung der Mitralklappen später erfolgt, als es unserem errechneten Intervall entspricht. Wir vermeiden deshalb den bisher benützten Ausdruck $MÖZ_{OS}$ und ersetzen ihn durch die Bezeichnung Intervall II. Ton - d. Bei einer Interpretation dieses Ergebnisses verdienen drei Dinge Berücksichtigung:

1. Die d-Wellenbzw. -Punkte waren bei den pathologischen Kurven größtenteils sehr klein und stark verzerrt. Auch bei unseren in Seitenlage gewonnenen Normalkurven stellte sich d oft sehr klein und verzerrt dar und lag zeitlich näher zum II. Ton als bei den Kurven, in denen die d-Welle gut ausgebildet war.
2. Bei einem Patienten mit einer Flimmerarrhythmie ohne nachweisbaren Klappenfehler fanden wir ebenfalls ein sehr kurzes Intervall: 0.028 sec. Allerdings war hier auch die $MÖZ_{VS}$ mit 0.045 sec sehr kurz.
3. Es ist daran zu denken, daß bei der Aufzeichnung pathologischer Kurven ein apparativer Fehler eine Rolle spielt, der bei der Gewinnung normaler Kurven ohne Bedeutung ist. Beim Vorliegen

eines Mitralklappenfehlers erreicht der Vorhof während der Zeit seiner Auffüllung sehr schnell einen Punkt, an welchem er sich nicht weiter ausdehnen kann. Der Vorhof befindet sich dann in einem Zustand der Bewegungslosigkeit, und es werden keine Impulse auf den Ballon übertragen.

Bei Benutzung des RC-Verstärker-Einganges werden von dem Direktschreiber nur Impulsänderungen aufgezeichnet, anderenfalls kommt es zu einem Absinken des Schreibhebels, d.h. der Zeitpunkt des eigentlichen Abfallens eines Impulses wird vorverlegt. Möglicherweise spielt der daraus resultierende Zeitfaktor in dem Augenblick eine Rolle, da - wie oben ausgeführt - der Vorhof den Zustand erreicht, in dem er sich nicht weiter ausdehnen kann.

Da dieses Problem bei der Ausdeutung des Venenpulses oder anderer Mechanogramme bislang unberücksichtigt geblieben ist, erscheint eine wissenschaftliche Untersuchung dieses Problems in einer späteren Arbeit als erforderlich. Im Rahmen dieser Arbeit soll lediglich auf diesen möglichen zeitlichen Fehler, der durch die Abklingzeit des Verstärkers verursacht wird, hingewiesen werden.

Zusammenfassend ist festzustellen: bei Mitralklappenfehlern ist der Abstand II. Ton - d verkürzt und kann nicht zur Ermittlung der Mitralöffnungszeit herangezogen werden. Bei Fehlen eines Mitralöffnungsstones ist das Ventrikelsphygmogramm als Kriterium für die Dauer der Mitralöffnungszeit unentbehrlich.

5.) Abhängigkeit der $MÖZ_{OS}$ vom peripheren Blutdruck:

In der Abbildung 10 sind die Werte aller von uns untersuchten Patienten ohne Mitralklappenfehler graphisch aufgetragen. Eine deutliche Verlängerung der $MÖZ_{OS}$ bei Blutdruckanstieg kommt darin nicht zum

Ausdruck. Es ist zu berücksichtigen, daß jene drei Werte in der Abbildung, bei denen eine Verlängerung vorhanden ist, von Hypertonikern stammen, bei denen eine Intervallverlängerung der $MÖZ_{OS}$ aufgrund einer Dekompensationsneigung bereits beschrieben wurde. Bei zwei dieser Patienten war die $MÖZ_{VS}$ um 0.03 bzw. 0.061 sec kürzer.

Es sei an dieser Stelle vermerkt, daß auch die $MÖZ_{VS}$ nur in wenigen Fällen eines malignen Hypertonus eindeutig verlängert war. Auffallend waren die relativ langen Mitralöffnungszeiten, die wir aufgrund des Ventrikelsphygmogrammes bei Patienten mit Mitralklappenfehlern gefunden haben, vorwiegend bei jenen, die gleichzeitig einen Hypertonus aufwiesen. Bei diesen Patienten dürfte auch klinisch der hohe Blutdruck im Vordergrund gestanden haben.

III. Einzelbeobachtungen

1. Bei einem Patienten mit einem Aortenvitium ohne begleitenden Mitralklappenfehler wurde ein normales Ösophagoatriogramm gefunden. Die Mitralöffnungszeit betrug nach beiden Bestimmungsmethoden:

$$MÖZ_{OS} = MÖZ_{VS} = 0.052 \text{ sec}$$

Dieses Ergebnis entspricht den Angaben in der Literatur.

2. Eine interessante Beobachtung ließ sich bei einer Patientin machen, die wegen eines malignen nephrogenen Hypertonus bei uns in Behandlung stand. Erst die Aufzeichnung des Ösophaguspulses wies auf das Vorliegen eines mechanischen Alternans hin, der seine Entsprechung in einem nicht sofort ins Auge fallenden elektrischen Alternans fand. Im Carotispuls waren keine und im Venenpuls nur angedeutete Kriterien vorhanden, die auf einen Alternansschließen ließen. Die Abbildung 5 bringt einen kleinen Ausschnitt aus der erhaltenen Kurve. Es fällt auf, daß auf eine hohe R-Zacke im EKG jeweils relativ kleine, flacher

ausgeprägte x- und y-Täler und eine ungewöhnlich breite d-Welle folgen. Die d-Welle weist einen Gipfel kurz vor dem II. Ton auf, der endgültige Abfall zum y-Tal erfolgt nur 0.01 sec vor dem O-Punkt im Ventrikelsphygmogramm. In der Herzspitzenstoßkurve ist als Ausdruck des Alternans zu werten, daß das auf eine hohe R-Zacke folgende Tal, an dessen Fußpunkt der O-Punkt liegt, flacher ausgebildet ist als nach kleinen R-Zacken.

Eine Interpretation dieses Phänomens ist nicht leicht. Der elektrische Alternans des vorliegenden Falles betrifft vor allem die R-Zacke im EKG, also die Erregung der Kammermuskulatur. Demgegenüber wirkt sich der mechanische Alternans ganz vorwiegend in der vom linken Vorhof erhaltenen Kurve aus. Eine Erklärung dürfte darin gesehen werden, daß in den durch die Speiseröhre gewonnenen Pulskurven auch die Bewegungen des ganzen Herzens einen Einfluß ausüben. Das x-Tal wurde als Ausdruck des Niedersteigens der Ventilebene während der Kammerystole beschrieben. Es dürfte wahrscheinlich sein, daß die Form der Vorhofauffüllungswelle d nicht nur durch die Auffüllung des Vorhofes selbst, sondern auch durch das Zurückkehren der Ventilebene mitbedingt ist. Der vorliegende Fall eines Alternans macht das durch die unterschiedliche Ausprägung des x-Tales und die unterschiedliche Breite der d-Welle deutlich.

Die Beobachtung eines mechanischen Alternans, der sich in auffallender Weise vorwiegend in den durch die Speiseröhre gewonnenen Kurven auswirkt, führt uns nicht zu dem Schluß, daß diese Abweichungen allein in einer veränderten Vorhoftätigkeit zu suchen sind, sondern daß sie wesentlich durch die Dynamik des ganzen Herzens bedingt sind.

G. Zusammenfassung

Es wird ein mechanocardiographisches Verfahren zur Gewinnung von Pulskurven vom linken Vorhof durch Einführen einer Ballonsonde in die Speiseröhre beschrieben. Die Ösophaguspulskurven wurden gleichzeitig mit dem Schall in drei Frequenzgängen, dem EKG Ableitung II, sowie einer weiteren Pulskurve aufgezeichnet. Die Untersuchungen mit der Ballonsonde wurden an insgesamt 96 herzgesunden und herzkranken Patienten vorgenommen unter der Fragestellung, ob sich aus dem Ösophagoatriogramm eine Möglichkeit zur Bestimmung der Mitralöffnungszeit ergibt. Aus diesem Grund bestimmten wir an allen Kurven den Abstand vom Beginn des zweiten Tones bis zum beginnenden Abfall der d-Welle im Ösophagoatriogramm ($MÖZ_{OS}$). Die ermittelten Werte verglichen wir mit der Mitralöffnungszeit, die sich aus dem zeitlichen Abstand vom II.Ton bis zum O-Punkt im Ventrikelsphygmogramm ergibt ($MÖZ_{VS}$).

Die Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Bei herzgesunden Patienten wurde mit wenigen Ausnahmen eine gute Übereinstimmung der nach den beiden Methoden ermittelten Mitralöffnungszeiten gefunden.
2. Bei Patienten mit einem Hypertonus ohne Dekompensationsneigung war ebenfalls eine Übereinstimmung der Mitralöffnungszeiten gegeben.
3. Bei Patienten mit einem Hypertonus und Neigung zur Dekompensation, sowie bei Patienten mit einer cardialen Insuffizienz wurden charakteristische Vorhofpulskurven mit einer Erhöhung der a-Welle und einer ungenügenden Ausprägung des y-Tales gefunden. Gleichzeitig ließ sich bei diesen Patienten eine leichte Verlängerung der $MÖZ_{OS}$ gegenüber der $MÖZ_{VS}$ beobachten.

4. Bei Patienten mit einem Mitralvitium waren die Kurven in ihrer Form erheblich verändert. Eine Übereinstimmung der beiden Mitralöffnungszeiten war nicht gegeben. Der Abstand II. Ton - d erwies sich als stark verkürzt gegenüber der $MÖZ_{VS}$. Es wird erwogen, daß die sehr kleinen und verzerrten d-Wellen, deren Festlegung nicht immer eindeutig gelingt, für die Verkürzung des Intervalls verantwortlich sind. Es wird weiterhin diskutiert, daß möglicherweise ein apparativer Fehler eine Rolle spielt, der bei der Gewinnung normaler Kurven ohne Bedeutung ist. Auf die Notwendigkeit, dieses Problem in einer späteren ausführlichen Arbeit zu untersuchen, wird hingewiesen.
5. Eine deutliche Abhängigkeit der $MÖZ_{OS}$ vom peripheren Blutdruck wurde nicht gefunden.
6. Bei einem Patienten mit einem Aortenvitium wird ein normales Ösophagoatriogramm und eine gute Übereinstimmung beider Mitralöffnungszeiten beschrieben.
7. Es wird der Fall eines elektrischen und mechanischen Alternans mit besonders deutlicher Ausprägung im Ösophagoatriogramm beschrieben.

Abb.1 Normales Ösophagosphygmogramm und Ventrikelsphygmogramm
 Herzschallmikrophon: 2.ICR mediosternal
 Papiervorschub: 50 mm/sec
 Herzschall m_2 , m_1 , t
 Ösophagosphygmogramm OS
 Ventrikelsphygmogramm VS
 EKG Abl.II

Die Gipfel des Vorhofpulses werden bezeichnet mit den Buchstaben a als Ausdruck der Vorhofkontraktion, s_1 und s_2 als Ausdruck arterieller Beimischungen und d als Ausdruck² der zunehmenden Auffüllung des Vorhofs aus den Pulmonalvenen. Die Täler x und y entstehen durch das Niedersteigen der Ventilenebene während der Kammersystole bzw. durch die Vorhofentleerung nach Öffnung der Mitralklappen. Zwischen der d-Welle des Ösophagosphygmmogrammes im Beginn ihres abfallenden Schenkels und dem O-Punkt des Ventrikelsphygmmogrammes besteht eine gute zeitliche Übereinstimmung.

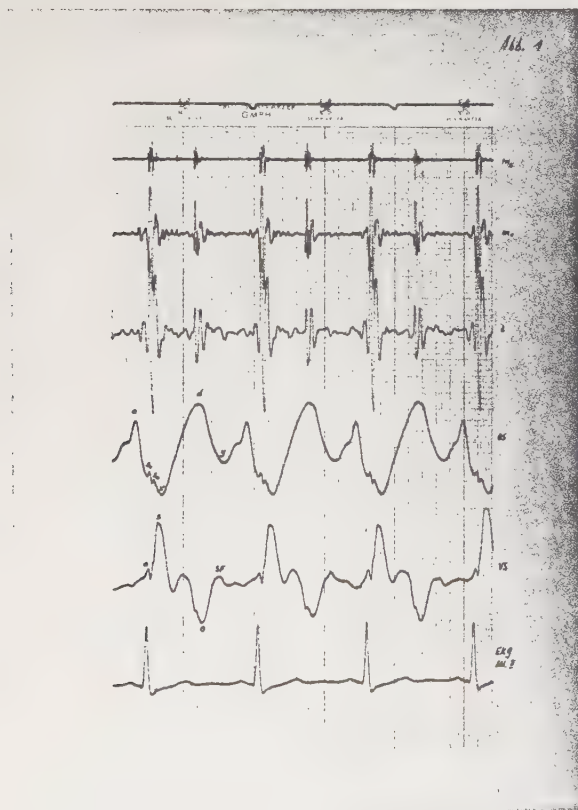


Abb.2 Ösophagosphygmogramm bei einem Hypertonus.
 Herzschallmikrophon: 2.ICR mediosternal
 Papiervorschub: 100 mm/sec
 Herzschall m_2 , m_1 , t
 Ösophagosphygmogramm OS
 EKG Abl. II

Das Ösophagosphygmogramm zeigt die beiden im Text beschriebenen (S.11) typischen Kriterien: eine hohe a-Welle und ein ungenügend ausgeprägtes y-Tal.

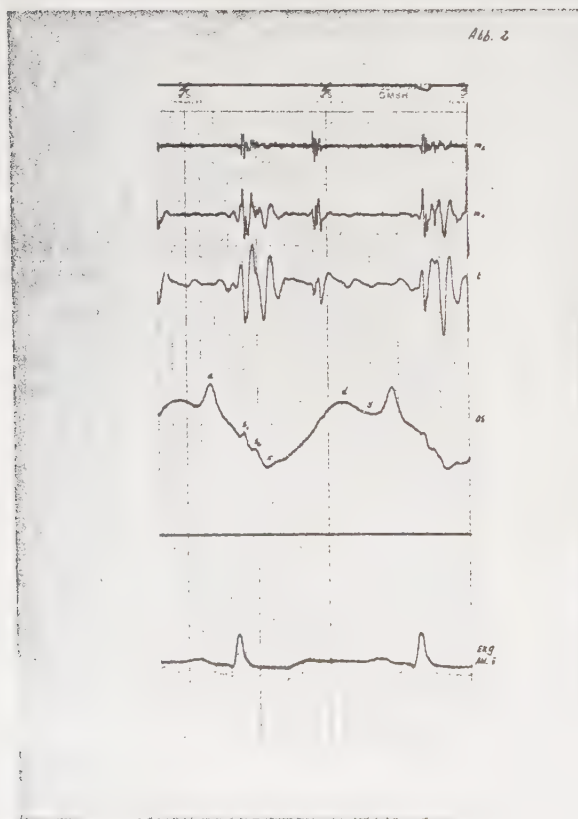


Abb.3 Ösophagosphygmogramm bei einer Mitralinsuffizienz
 Herzschrallmikrophon: 2.ICR mediosternal
 Papiervorschub: 50 mm/sec
 Kurven: Herzschrall m₁, t
 Ösophagosphygmogramm OS
 EKG Abl.II

Das Kurvenbild ist ausgezeichnet durch eine hohe a-Welle, ein ungenügend ausgebildetes x-Tal mit einer zusätzlichen Erhebung, die als Insuffizienzwelle i gedeutet wird und einen steilen Abfall nach dem Punkt d zu einem tiefen y-Tal. Der Abstand II.Ton - d beträgt 0.04 sec.

Abb.3

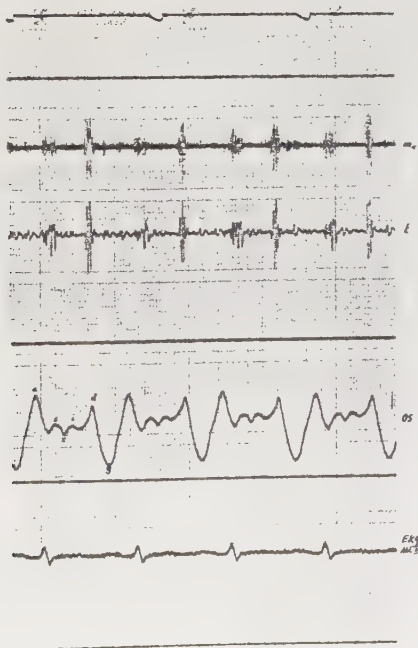


Abb.4 Ösophagosphygmogramm bei einer Mitralstenose
 Herzschallmikrophon: über der Herzspitze
 Papiervorschub: 50 mm/sec
 Kurven: Herzschall m_1 , t
 Ösophagosphygmogramm OS
 EKG Abl. II

Die a-Welle ist relativ klein ausgebildet und wird von einem auffallend tiefen Tal gefolgt. Eine hohe s-Zacke und ein ungenügend ausgeprägtes x-Tal werden als Ausdruck der Vorhofstase gedeutet. Als Folge behinderter Vorhofentleerung ist das y-Tal nur gering ausgebildet. Der Abfall von d zum y-Tal liegt 0.06 sec nach dem II. Ton und 0.05 sec vor dem in m_1 erkennbaren Mitralöffnungston.

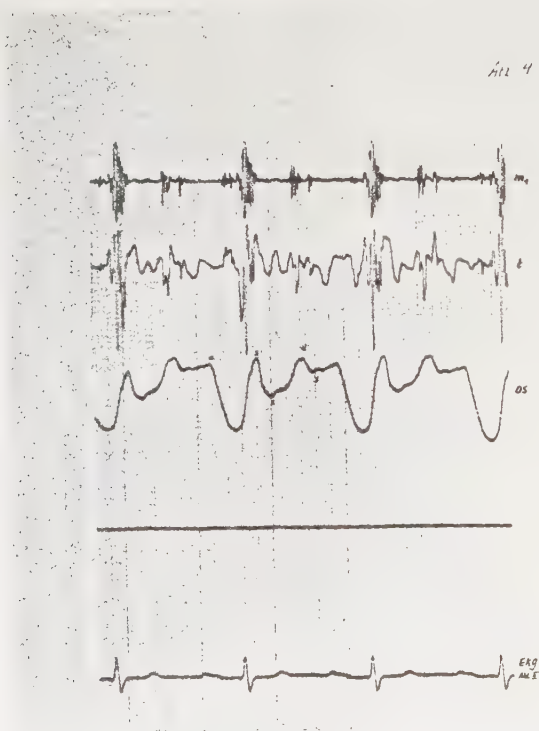


Abb. 5 Ösophagosphygmogramm bei einem malignen Hypertonus mit mechanischem Alternans.

Herzschallmikrophon: 2. ICR mediosternal

Papiervorschub: 50 mm/sec

Kurven: Herzschall m_2, m_1, t

Ösophagosphygmogramm OS

Ventrikelsphygmogramm VS

EKG Abl. II

Der mechanische Alternans findet seine Entsprechung in einem angedeuteten elektrischen Alternans. Besonders deutliche Ausprägung findet er im Ösophagosphygmogramm, in welchem alternierend breite und hohe bzw. schmale und niedrige d-Wellen auftreten. Auch an der unterschiedlichen Ausprägung der x- und y-Täler ist die alternierende Herzaktion zu erkennen (Einzelheiten s. Text).-

Der Abfall der d-Welle zum y-Tal im Ösophagosphygmogramm erfolgt in jedem Falle 0.01 sec vor dem 0-Punkt im Ventrikelsphygmogramm.

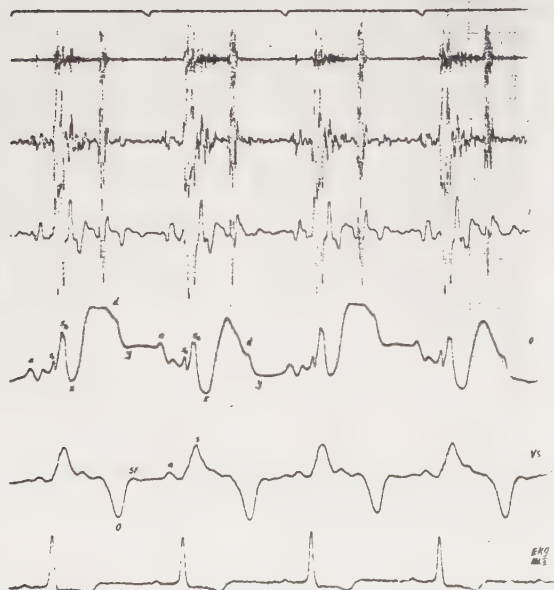


Abb. 6
33 herzgesunde Patienten

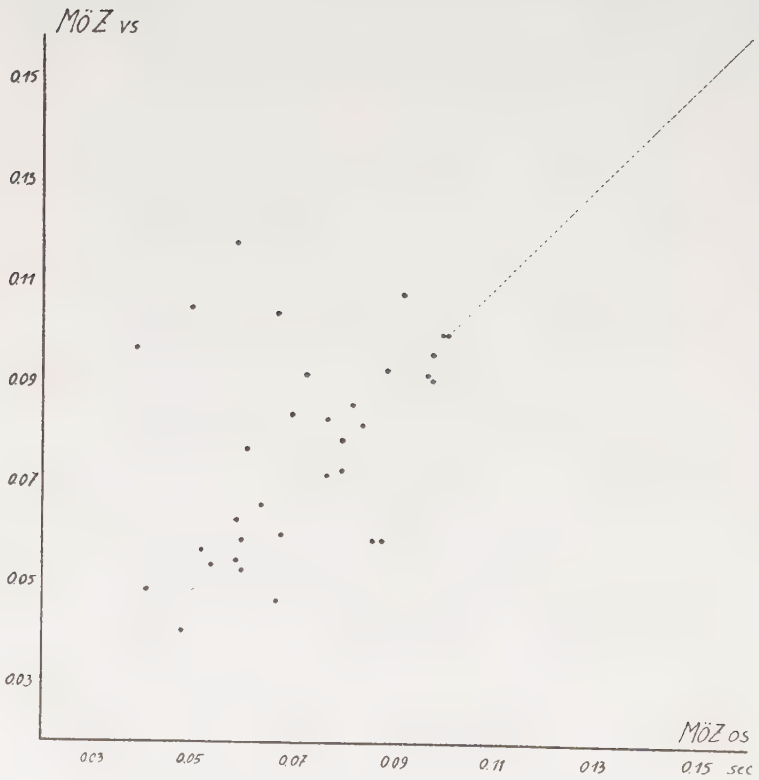


Abb 7

18 Patienten mit Hypertonus

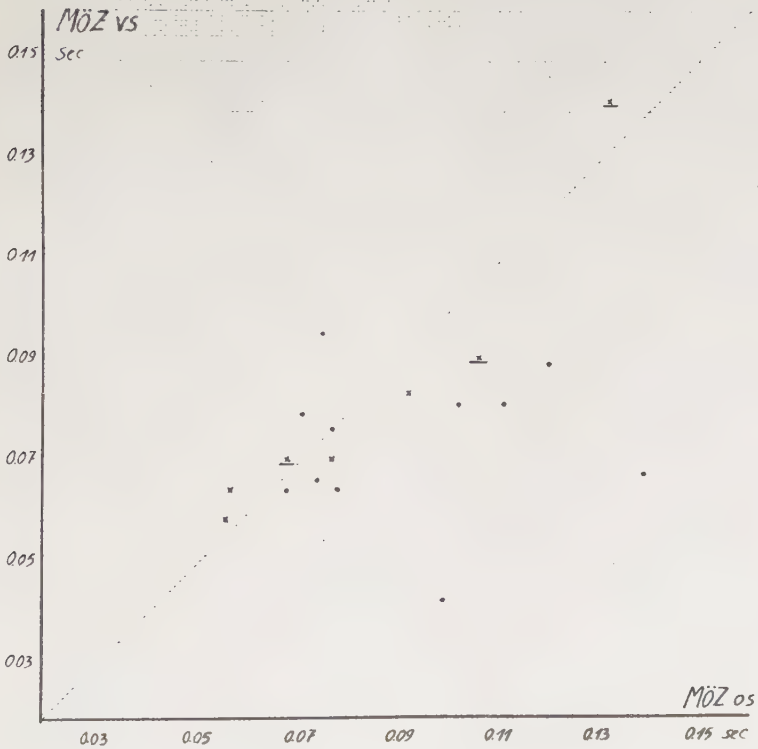


Abb. 8

6 Patienten mit Mitralsuffizienz

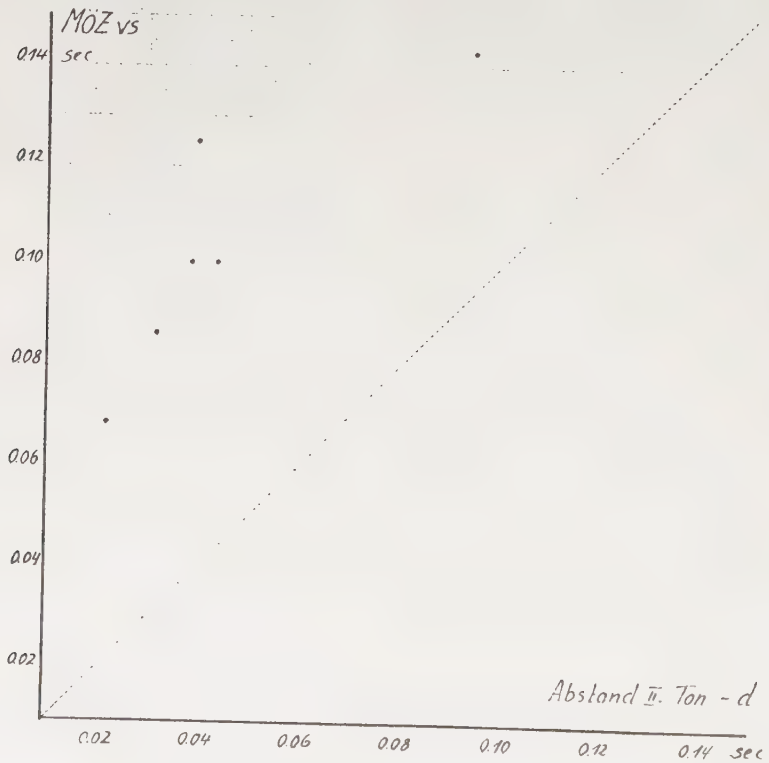


Abb. 9

12 Patienten mit Mitralstenose oder
unreinem Mitralvitium

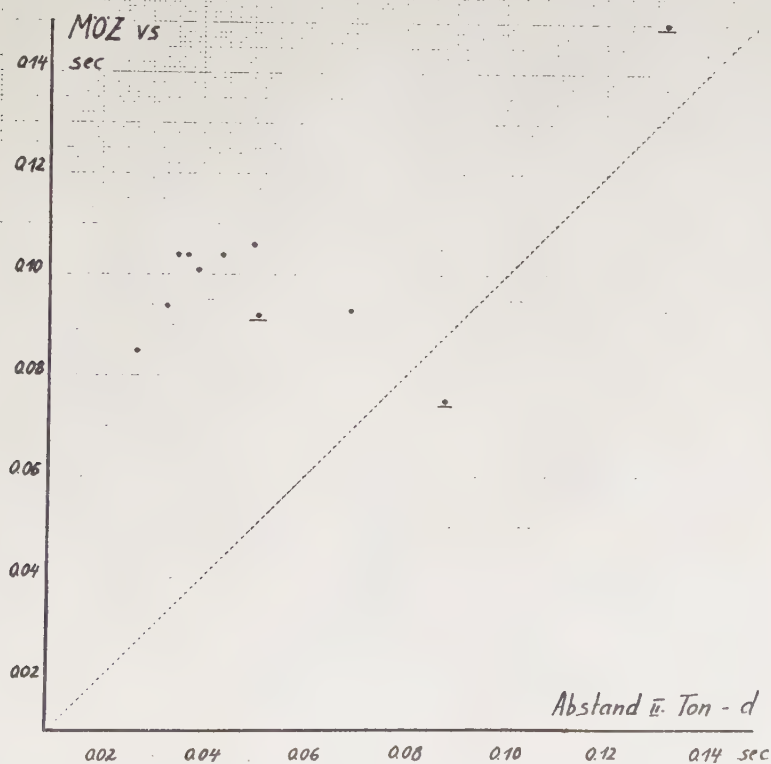
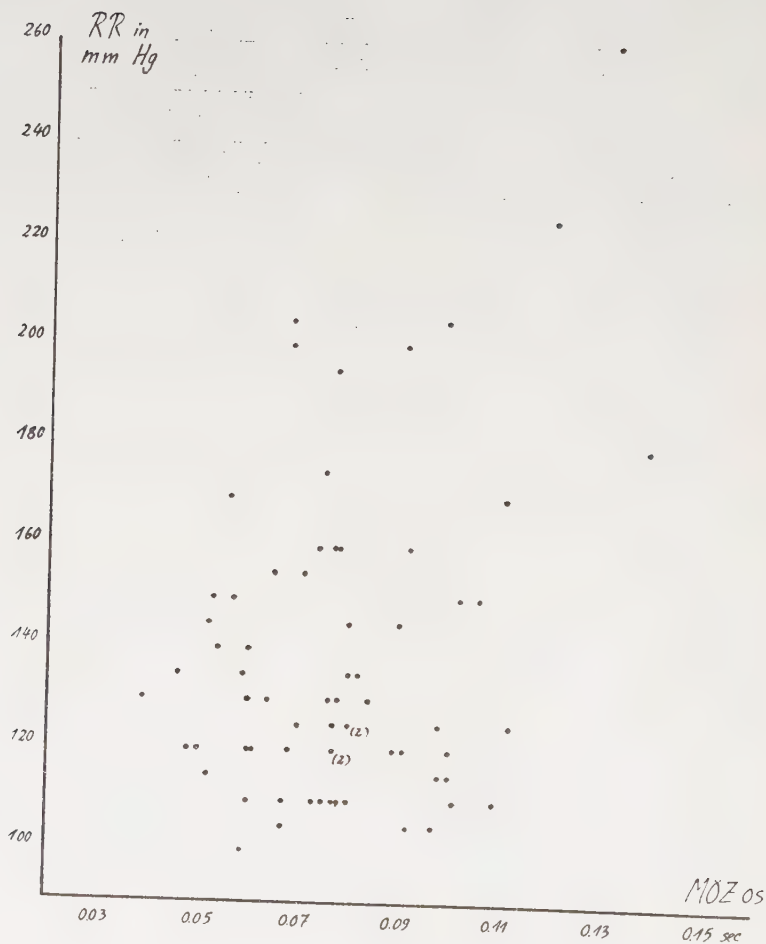


Abb. 10
68 Patienten



Tab. 1Herzgesunde Patienten:

<u>Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>Alter</u>	<u>RR</u>	<u>MÖZ_{OS}</u>	<u>MÖZ_{VS}</u>	<u>Differenz</u>
1	H.S.	26 J.	120/80	0.091 ± 0.00843		
2	I.G.	36 J.	120/80	0.05 ± 0.00741	0.106 ± 0.00290	- 0.056
3	H.P.	42 J.	130/95	0.078 ± 0.00717	0.06 ± 0.00839	+ 0.018
4	D.S.	20 J.	125/75	0.08 ± 0.00149	0.074 ± 0.00395	+ 0.006
5	B.P.	23 J.	100/60	0.059 ± 0.00338	0.064 ± 0.00394	- 0.005
6	E.T.	33 J.	110/65	0.075 ± 0.00528		
7	I.H.	34 J.	140/80	0.054 ± 0.00412	0.055 ± 0.00550	- 0.001
8	P.W.	39 J.	115/70	0.052 ± 0.00587	0.058 ± 0.00675	- 0.006
9	C.B.	25 J.	120/80	0.048 ± 0.00587	0.042 ± 0.00258	+ 0.006
10	K.K.	21 J.	105/75	0.067 ± 0.00625	0.047 ± 0.00483	+ 0.02
11	H.M.	27 J.	135/85	0.046 ± 0.00394	0.05 ± 0.00333	- 0.004
12	K.G.	44 J.	130/90	0.039 ± 0.00211	0.098 ± 0.00258	- 0.059
13	M.V.	41 J.	110/65	0.08 ± 0.00408	0.08 ± 0.00471	
14	C.G.	32 J.	110/60	0.073 ± 0.00350	0.093 ± 0.00675	- 0.02
15	H.S.	43 J.	125/75	0.077 ± 0.00675		
16	H.H.	25 J.	135/85	0.082 ± 0.00350	0.087 ± 0.00258	- 0.005
17	M.E.	43 J.	105/55	0.092 ± 0.00483	0.109 ± 0.00262	- 0.017
18	H.S.	26 J.	120/80	0.10 ± 0.00667	0.101 ± 0.00516	- 0.001
19	G.K.	35 J.	125/80	0.098 ± 0.00919	0.092 ± 0.00747	+ 0.0055
20	E.K.	20 J.	130/80	0.076 ± 0.00460	0.06 ± 0.00471	+ 0.016
21	E.S.	54 J.	115/70	0.097 ± 0.00817	0.093 ± 0.00473	+ 0.004
22	J.J.	21 J.	120/80	0.06 ± 0.00		
23	H.D.	28 J.	115/75	0.098 ± 0.00633	0.097 ± 0.00422	+ 0.001
24	J.B.	19 J.	135/65	0.059 ± 0.00568	0.119 ± 0.00316	+ 0.06
25	C.F.	32 J.	120/60	0.077 ± 0.00474	0.084 ± 0.00627	- 0.007
26	J.S.	24 J.	120/80	0.061 ± 0.00105	0.078 ± 0.00633	- 0.017

Tab. 1 (Forts.)Herzgesunde Patienten:

<u>Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>Alter</u>	<u>RR</u>	<u>MÖZ_{OS}</u>	<u>MÖZ_{VS}</u>	<u>Differenz</u>
27	H.B.	31 J.	110/70	0.059 ± 0.00568	0.056 ± 0.00394	- 0.003
28	G.K.	27 J.	130/85	0.084 ± 0.00316	0.083 ± 0.00422	- 0.001
29	G.N.	27 J.	110/65	0.101 ± 0.00568	0.101 ± 0.00994	
30	J.L.	20 J.	130/85	0.064 ± 0.00460	0.067 ± 0.00538	+ 0.003
31	K.P.	54 J.	110/70	0.109 ± 0.00568		
32	G.B.	25 J.	130/70	0.06 ± 0.00503	0.054 ± 0.00394	- 0.006
33	G.S.	24 J.	145/100	0.09 ± 0.00666		
34	H.S.	26 J.	120/80	0.089 ± 0.00316	0.093 ± 0.00655	- 0.004
35	H.K.	52 J.	125/80	0.07 ± 0.00408	0.085 ± 0.00527	+ 0.015
36	P.H.	45 J.	110/75	0.078 ± 0.00421		
37	U.G.	21 J.	120/85	0.068 ± 0.00421	0.061 ± 0.00568	- 0.007
38	O.M.	42 J.	125/90	0.08 ± 0.00817		
39	G.W.	30 J.	110/80	0.077 ± 0.00501	0.073 ± 0.00803	- 0.004
40	A.M.	39 J.	140/90	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00667	0.00
41	R.B.	18 J.	110/80	0.067 + 0.00483	0.105 + 0.00527	+ 0.038
42	H.F.	47 J.	120/65	0.077 + 0.00483		

Tab. 2Patienten mit Hypertonus:

<u>Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>Alter</u>	<u>RR</u>	<u>MÖZ_{OS}</u>	<u>MÖZ_{VS}</u>	<u>Differenz</u>
1	H.W.	39 J.	170/100	0.056 + 0.00510	0.059 + 0.00316	+ 0.003
2	A.D.	32 J.	160/105	0.092 + 0.00258	0.083 + 0.00258	- 0.009
3.	M.S.	72 J.	170/90	0.111 + 0.00568	0.082 + 0.00350	- 0.029
4	M.K.	62 J.	160/80	0.077 + 0.00538	0.071 + 0.00394	- 0.006
5	P.L.	70 J.	185/85	0.139 + 0.00361	0.068 + 0.00350	- 0.071
6	M.T.	58 J.	155/75	0.071 + 0.00211	0.08 + 0.00471	+ 0.009
7	H.W.	53 J.	200/135	0.091 + 0.00316		
8	H.K.	31 J.	160/110	0.078 + 0.00350	0.065 + 0.00408	- 0.013
9	G.F.	32 J.	150/90	0.057 + 0.00675	0.066 + 0.00516	+ 0.009
10	H.A.	54 J.	225/150	0.12 + 0.00471	0.09 + 0.00667	- 0.03
11	G.S.	74 J.	205/90	0.099 + 0.00316	0.043 + 0.0116	- 0.056
12	U.E.	38 J.	260/155	0.132 + 0.00350	0.142 + 0.00675	+ 0.01
13	M.P.	63 J.	200/120	0.068 + 0.00258	0.065 + 0.005	- 0.003
14	A.D.	63 J.	205/110	0.068 + 0.00483	0.071 + 0.00516	+ 0.003
15	W.R.	39 J.	155/95	0.065 + 0.00471		
16	E.R.	65 J.	150/100	0.106 + 0.00516	0.091 + 0.00740	- 0.015
17	H.K.	51 J.	150/100	0.053 + 0.00675		
18	O.W.	55 J.	175/115	0.075 + 0.00471	0.096 + 0.00516	+ 0.021
19	M.B.	58 J.	160/100	0.074 + 0.00715	0.067 + 0.00483	- 0.007
20	M.R.	60 J.	195/110	0.077 + 0.00650	0.077 + 0.00258	0.00
21	E.M.	50 J.	150/80	0.102 ± 0.00345	0.082 + 0.00538	- 0.02

Tab. 3

Patienten mit einer cardialen Insuffizienz :

<u>Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>Alter</u>	<u>RR</u>	<u>$\dot{M}\dot{O}_2$_{OS}</u>	<u>$\dot{M}\dot{O}_2$_{VS}</u>	<u>Differenz</u>
1	A.R.	61 J.	115/65	0.010 $\pm$ 0.00		
2	A.B.	71 J.	145/95	0.08 $\pm$ 0.00		
3	W.L.	62 J.	125/80	0.115 $\pm$ 0.00707	0.112 $\pm$ 0.00587	- 0.003
5	B.B.	72 J.	135/70	0.08 $\pm$ 0.00471		
6	W.S.	62 J.	135/90	0.028 $\pm$ 0.00422	0.045 $\pm$ 0.00882	+ 0.017

Tab. 4Patienten mit Mitralklappenfehlern:1. Mitralinsuffizienzen:

<u>Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>Alter</u>	<u>RR</u>	<u>MÖZ_{OS}</u>	<u>MÖZ_{VS}</u>	<u>Differenz</u>
1	W.H.	54 J.	105/65	0.04 + 0.00408	0.125 + 0.00527	+ 0.085
2	P.S.	68 J.	150/90	0.031 + 0.00316	0.087 + 0.00483	+ 0.056
3	W.F.	50 J.	130/90	0.033 + 0.00488		
4	F.M.	67 J.	150/110	0.022 + 0.00675	0.069 + 0.00516	+ 0.047
5	E.M.	55 J.	260/150	0.096 + 0.00843	0.143 + 0.00350	+ 0.047
6	H.P.	50 J.	145/90	0.043 + 0.0419	0.067 + 0.00483	+ 0.110
7	O.V.	54 J.	200/105	0.039 + 0.00333	0.101 + 0.00715	0.062
8	J.R.	63 J.	140/100	0.043 + 0.00675	0.101 + 0.00394	+ 0.058

2. Vorwiegende Mitralstenosen:

1.	H.S.	41 J.	135/90	0.037 + 0.00365	0.104 + 0.00460	+ 0.067
2	C.L.	66 J.	130/85	0.088 + 0.00633	0.075 + 0.00817	- 0.013
3	H.N.	36 J.	95/65	0.027 + 0.0082	0.085 + 0.00707	+ 0.058
4	K.W.	39 J.	125/95	0.069 + 0.00740	0.093 + 0.00483	+ 0.024
5	J.G.	41 J.	135/95	0.02 + 0.00		
6	E.D.	59 J.	160/100	0.035 + 0.00333	0.104 + 0.00460	+ 0.069
7	G.G.	54 J.	125/80	0.044 + 0.00316	0.104 + 0.00516	+ 0.060
8	H.H.	59 J.	180/80	0.05 + 0.00471	0.106 + 0.00516	+ 0.056
9	M.H.	69 J.	230/120	0.132 + 0.00483	0.15 + 0.00707	+ 0.018
10	G.S.	47 J.	130/80	0.061 + 0.0108		

3. Unreine Mitralvitien:

1	H.R.	29 J.	105/75	0.051 + 0.00568	0.092 + 0.00422	+ 0.041
2	F.K.	36 J.	120/80	0.039 + 0.00568	0.101 + 0.00699	+ 0.062
3	J.W.	25 J.	165/95	0.033 + 0.00483	0.094 + 0.01174	+ 0.061
4	L.Z.	52 J.	150/70	0.16 + 0.00943	0.09 + 0.00667	- 0.07

Literaturverzeichnis:

- 1 ABELMANN, W.H. et alii : The Diagnosis Of Mitral Regurgitation. The Am. J. of Med. 15, 5 1953
- 2 BARD, L. : Des modification du pouls veineux jugulaire et du pouls oesophagiens dans les lesions du coeur gauche.
Semaine Medicale 21, 253 1912
- 3 BAYER, O., F. LOOGEN, H.H. WOLTER : The Mitral Opening Snap In The Quantitative Diagnosis Of Mitral Stenosis.
Am. Heart J. 51, 235 1956
- 4 BENCHIMOL, A., E.G.DIMOND, J.C.CARSON, L.JOLLA : The Value Of The Apexcardiogram as a Reference Tracing In Phonocardiography. Am.Heart J. 1960
- 5 BENJAMINS, C.E. : Über die Untersuchung des Herzens von der Speiseröhre aus. Pflüger's Arch. Physiol. 158, 125 1914
- 6 EDENS, E. : Pulsstudien, 1. Mitteilung. Dtsch.Arch. Klin. Med. 100, 221 1910
- 7 EDENS, E. : Pulsstudien, 2. Mitteilung. Dtsch.Arch. Klin. Med. 103, 245 1910
- 8 FRANCKE, B. : Inaugural-Dissertation, Berlin 1964
- 9 FREDERICQ, L. : Recherches sur la respiration et la circulation. Exploration des battements du coeur par la sonde oesophagienne. Arch.di biol. 7, 230 1886
- 10 FREDERICQ, L. : Explorations des battements du coeur par la sonde oesophagienne.
Arch.di biol. 17 1887
- 11 FRIESE, G. : Das Oesophagoatriogramm bei Patienten mit normalem und krankem Herzen. Arch.f.Kreisl. Frschg. 22, 288 1955
- 12 FUCHS, G. : Stetoskopie-Stetophonie - Phonocardiographie, Medizinalmarkt 8, 318 und 396 (1960)
9, 19 (1961)

- 13 GORDON, A.J. et alii : Left Atrial, "Pulmonary Cpillary", And Oesophageal Pressure Tracings In Mitral Valve Disease. Brit.Heart J. 18, 327, 1956
- 14 GROEDEL, F.M. : Esophagocardiogram. The Venous Pulse And Its Graphic Recording, S. 111 1946
- 15 HARTMANN, H. : Phonocardiographie and pulse tracings Vortrag auf dem Weltkongress für Cardiologie, (Brüssel 1958)
- 16 HARTMANN, H. : The Iugular Venous Pulse Tracing. Am.Heart J.
- 17 HOLLDACK, K., FUCHS, G., GROTH, W., und PAETZEL, A.: Methodische Untersuchungen am Venenpuls. Dtsch. Arch. Kl.Med. 206, 186-214 1960
- 18 HOLLDACK, K., WOLF, D. : Herzschaftfibel, Einführung in die Mechanocardiographie. Georg Thieme Verlag Stuttgart 1962
- 19 HOLLDACK, K., WOLF, D. : Atlas und kurzgefaßtes Lehrbuch der Phonocardiographie. Georg Thieme Verlag Stuttgart Neuauflage 1963
- 20 JANOWSKI, W. : Über die Bedeutung des oesophagealen Cardiogramms. Wiener Med.Wschr. 58, 2017, 2020, 2084 1908
- 21 JANOWSKI, W. : Das Oesophagocardiogramm, seine Erklärung und Bedeutung. Zschr.f.Kl.Med. 70, 211 1910
- 22 JOACHIM, G. : Über die Registrierung des linken Vorhofs bei einem Fall von Adam-Stoke'scher Krankheit. Berl.Kl.Wschr. Nr. 8 1907
- 23 JOACHIM, G. : Das Verhalten des linken Vorhofs bei Störung der Herzleitung. Zschr.f.Kl.Med. 64, 95 1907
- 24 JOACHIM, G. : Ein atypischer Fall von Störung der Reizleitung im Herzmuskel. Berl.Kl.Wschr. 45, 911 1908
- 25 JOACHIM, G. : Die Lähmung des linken Vorhofs bei Mitralfehlern. Dtsch.Med.Wschr. 34, 2207 1908

- 26 KNEBEL, R., OCKENGA, TH. : über ein stufenoscillographisches Verfahren zur Bestimmung des Druckes im linken Vorhof des Menschen. *Zschr.f.Kreisl.frschg.* 50, 659 1961
- 27 KNEBEL, R., OCKENGA, TH. : Zur Differentialdiagnose vorwiegender Mitralstenose und überwiegender Mitralinsuffizienz. *Verhandlg. d. Dtsch.Gesellsch.f.Inn.Med.* 65, 394 1961
- 28 KRONECKER, H., MELTZER, S. : Der Schluckmechanismus, seine Erregung und seine Hemmung. *Arch.Anat.Physiol. Suppl.Bd.338* 1883
- 29 LASSER, R.P. and L.LOEWE : Characteristic Pressure Pulses Recorded With An Esophageal Balloon In Experimental In Dogs. *Proc.Soc.Exper.Biol. & Med.* 77, 798 1951
- 30 LASSER, R.P. and L.LOEWE : Esophageal Pressure Pulse Patterns (Esophageal Piezocardiogram) 1. Experimental Observations. *Am.Heart J.* 44, 531 1952
- 31 LASSER, R.P. and L.LOEWE : Esophageal Pressure Pulse Patterns. 2. Observations In Human Beings With Mitral Valve Disease. *Am.Heart J.* 44, 681 1952
- 32 LASSER, R.P., B.S.EPSTEIN and L.LOEWE : Esophageal Pressure Pulse Patterns. 3. Mitral Insufficiency. *Am.Heart J.* 46, 84 1953
- 33 LIAN, C. : Les Methodes de Laboratoire dans le Diagnostic de l'Insuffisance Mitrale. *Arch.de mal. du coeur* 2, 385 1909
- 34 LUCIANI, L. : Delle oscillazioni della pressione intratoracica et intraabdominale. *Arch. per le scienze med.* 2, 20 1877
- 35 MARTIUS : Graphische Untersuchungen über die Herzbewegungen. *Zschr.f.Kl.Med.* 13, 558 1888
- 36 MESSER, A.L., COUNIHAN, T.B., RAPPAPORT, M.B. and SPRAGUE, H.B. : Effect Of Cycle Length On Time Of Occurence Of First Heart Sound And Opening Snap In Mitral Stenosis. *Circulation* 4, 576 1951

- 37 MINKOWSKI, O. : Die Registrierung der Herzbewegung am linken Vorhof. Dtsch.Med.Wschr. 32, 248 1907
- 38 MINKOWSKI, O. : Zur Deutung von Herzarrhythmien mittels ösophagealer Cardiogramme. Zschr.f.Kl.Med. 62, 371 1907
- 39 PUDDU, V. e.D. SIBILIA : Soffio sistolico e insufficiencia mitralica. Ricerche sul polso esofagico. Cuore e Circulaz. 26, 2 1946
- 40 RAUTENBERG, E. : Die Registrierung der Vorhofpulsation von der Speiseröhre aus. Dtsch.Arch.Kl.Med. 91, 251 1907
- 41 RAUTENBERG, E. : Die Pulsation des linken Vorhofs und ihre Deutung. Berl.Kl.Wschr. 44, 657 1907
- 42 RAUTENBERG, E. : Die Analyse der Extrasystolen im Bilde der Vorhofpulsation. Münch.Med.Wschr. Bd. 54 1907
- 43 RAUTENBERG, E. : im Verein für wissenschaftliche Heilkunde in Königsberg. Dtsch.Med.Wschr. p.947 1908
- 44 RAUTENBERG, E. : Zur Physiologie der Herzbewegung. Zschr.f.Kl.Med. 65, 106 1908
- 45 RAUTENBERG, E. : Über Synergie und Asynergie der Vorhöfe des menschlichen Herzens. Münchn.Med.Wschr. 8, 378 1909
- 46 RAUTENBERG, E. : Die Vorhofpulsation beim Menschen, ihre Registrierung und die bisherigen Ergebnisse ihrer Erforschung. Sammlg.Kl.Vorträge 171/172 1909
- 47 ROSENTHAL, J. : Neue Studien über Atembewegungen. Arch.Anat. Physiol.Suppl. Bd. 34 1880
- 48 SAREOLA, E. : La pulsation cardio-esophagienne chez l'homme. Bull. de l'acad. Royale de Belgique 18, 772 1889
- 49 SAREOLA, E. : La pulsation cardio-esophagienne chez l'homme. Arch.de Biol. 10, 187 1890

- 50 SCHARF, R. : Vergleichende Untersuchungen zwischen phonocardiographischen Kriterien und Herzkatheterbefunde bei Mitralklappenfehlern. Med.Klinik 56, 755 1961
- 51 SCHMITHAUER, G. : Untersuchungen zur Mitralöffnungszeit. Inaugural-Dissertation Berlin 1964
- 52 SCHLITZER, J.G. : Zur Dynamik des linken Vorhofs. Dtsch.Arch.Kl.Med. 200, 393 1953
- 53 SCHLITZER, J.G. : Beobachtungen zur Dynamik der Mitralsuffizienz. Dtsch.Arch.Kl.Med. 200, 589 1953
- 54 TAQUINI, A.C. : Pulso esophagico patologico. Rec.Soc. argent de biol. 13, 57 1937
- 55 TAQUINI, A.C. : Exploracion del corazon par via esofagica. Buenos Aires 1936, El Ateneo
- 56 TAQUINI, A.C. : The Esophageal Pulse Under Normal And Abnormal Conditions. Am.Heart J. 20, 129 1940
- 57 VAN DEN HEUVEL-HEYLMANS : Courbes De Pression Dans L'Oreillette Gauche. Enregistrements Par Voie Oesophagienne Et Directe. Acta cardiologica 7, 537 1952
- 58 VAN DEN HEUVEL-HEYLMANS : Pressure Curves Of The Left Atrium. Intracavitary And Oesophageal Registrations. Their Value In The Diagnosis Of Mitral Defects. Acta cardiolog. 10, 115 1955
- 59 WEBER, A. : Über die Registrierung des Druckes im rechten Vorhof und über den Wert des Ösophagealen Cardiogrammes für die Erklärung des Jugularvenenpulses. Münchn.Med.Wschr. 60, 2552 1913
- 60 WEITZ, W. und SCHALL, L. : Über Ösophagocardiographie. Dtsch.Arch.Kl.Med. 129, 309 1919
- 61 WOLTER, H.H., O.BAYER und J.QUERGMANN : Zur Beurteilung des Schweregrades von Mitralklappenstenosen. Zschr.f.Kreisl.forschg. 44, 177 1955

- 62 ZELLER, G. : Mechanocardiographische Bestimmung der Tricuspidalöffnungszeit. Dissertation Berlin 1961
- 63 ZOEB, M. : The Oesophageal Pulse in Mitral Valve Disease.
Brit. Heart J. 16, 39 1954.

Herrn Prof.Dr.med.K.HOLLDACK danke ich für das Thema der Arbeit und für die Gelegenheit, an seiner Klinik zu arbeiten.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Priv.Do. Dr.YOSHIMURA, der mich bei der Einarbeitung in das Gebiet der Phonocardiographie wesentlich unterstützte, sowie Herrn Oberarzt Dr.ZAPFE und Herrn Dr.FUCHS, die mir mit ihrem Rat stets zur Verfügung standen. Schließlich danke ich allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen, die bei der Untersuchung der Patienten behilflich waren.

Lebenslauf

Ich, Hansgeorg Carl Johannes Schmidt, wurde am 11. Juni 1936 als Sohn des Zahnarztes Dr. Hans Schmidt und seiner Ehefrau Else, geb. Schade in Hamburg geboren. Ich besuchte die Grundschule und das Max Planck-Gymnasium in Göttingen, seit 1949 das Wilhelm-Gymnasium in Hamburg, das ich 1955 mit dem Zeugnis der Reife verließ.

Das Studium der Medizin führte mich an die Universitäten Hamburg, Marburg und München. In Hamburg legte ich die ärztliche Vorprüfung und am 19. Juli 1961 das medizinische Staatsexamen ab. Als Medizinalassistent war ich sechs Monate an der Hamburger Universitäts-Kinderklinik, neun Monate auf der Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Neukölln in Berlin, sowie fünf Monate auf der Chirurgischen Abteilung desselben Hauses tätig. Zur Zeit vervollständige ich meine Ausbildung auf der geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung am Allgemeinen Krankenhaus Hamburg-Heidelberg.

Druck: Gerd Wasmund Köln Dasselstraße 24 Telefon 230222
Zweigstellen: Aachen Friesenstraße 13 Telefon 27266
Gelsenkirchen-Schalke Gewerkenstraße 3 Telefon 25575

